APPLIED MECHANICS
PART II.

P. E. CHICHGUR.

ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર.
(એપ્લાઈડ મીકેનીક્સ)
ભાગ ૨જો.

પી. ઍ. ચીચગર.

APPLIED MECHANICS

For the use of Students in Technical Schools under the control of the Committee of Direction for Technical Education, Bombay Presidency, and for Apprentices, Foremen, and Engineers generally.

PART II

BY

PIROJSHAW EDALJI CHICHGUR,

A. M. I. Mech. E., A. M. I. E. (Ind.),

Superintendent, The F. S. Parekh Technical Institute, Surat,

Formerly Head Master, The J. N. Tata Technical School, Navsari.

Printed by Vajeram Mansinh at The "Surat City" Printing Press, Near Chauta Bridge—SURAT

AND

Published by Pirojshaw Edalji Chichgur at the F. S. Parekh Technical Institute, Soni Falia, SURAT.

ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર

(એપ્લાઈડ મીકેનીકસ)

મુંબઈ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેકશન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશનના તાબા હેઠળની ટેકનીકલ સ્કુલોમાં વિદ્યાર્થીઓ માટે તથા એપ્રેન્ટીસ, ફોરમેન અને એન્જીનીયરો માટે ઉપયોગી પુસ્તક.

ભાગ બીજો

કર્ત્તા

પીરોજશા એદલજી ચીચગર,

એ. એમ. આઈ. મીકેનીકલ. ઈ.,

એ. એમ. આઈ. ઇ. (ઇન્ડીયા),

સુરતની ધી એફ. એસ. પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટયુટના સુપ્રીન્ટેન્ડન્ટ,

નવસારીની ધી જે. એન. તાતા ટેકનીકલ સ્કુલના આગલા હેડમાસ્તર.

સુરત ચૌટાના પૂલ ઉપર આવેલા “સુરત સિટિ”
પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં વજેરામ માનસિંહે છાપ્યું.

પ્રસ્તાવના

ટેકનીકલ સ્કુલોમાં અભ્યાસ કરતા અને મીલોમાં કામ કરતા એપ્રેન્ટીસો માટે એપ્લાઇડ મીકેનીક્સ (ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર)નો વિષય અગત્યનો હોવાથી અને એ વિષયને લગતું કોઈપણ પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં ન હોવાથી આવા વિદ્યાર્થીઓ અને એપ્રેન્ટીસોને એ વિષય શીખવામાં ઘણી મુસ્કેલી માલમ પડતી આ પુસ્તકના કર્તાએ પોતાના આઠ વર્ષના એન્જીનીયર તરીકેના અને છેલ્લાં પંદર વર્ષના ટેકનીકલ સ્કુલોમાં શિક્ષક તરીકેના અનુભવમાં જોઈ છે. આ મુશ્કેલી દુર કરવાના હેતુથી કર્તાએ ટેકનીકલ સ્કુલોમાં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓ તથા કારખાના અને મીલોમાં કામ કરતા એપ્રેન્ટીસો અને કારીગરોને ઉપયોગી થઈ પડે એવું આ વિષયને લગતું પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં તૈયાર કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે.

મુંબઈ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશને નક્કી કરેલા આ વિષયના ત્રણ વર્ષના ક્રમ (કોર્સ) મુજબ એપ્લાઇડ મીકેનીક્સનાં આખાં પુસ્તકને ત્રણ ભાગમાં વહેંચી દરેક ભાગ છુટો છપાવી પ્રગટ કરવાની ધારણા રાખવામાં આવી હતી તે મુજબ પહેલા ભાગનું પુસ્તક ગયા મે માસમાં પ્રગટ કરવામાં આવ્યું હતું, અને હાલમાં આ બીજા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવામાં આવ્યું છે. આ બીજા ભાગનાં પુસ્તકમાં મુંબઈ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશને મંજુર કરેલા બીજા વર્ષના ક્રમ (કોર્સ)નો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે.

આ પુસ્તકમાં પણ પહેલા ભાગનાં પુસ્તક પ્રમાણે એપ્લાઇડ મીકેનીક્સને લગતા શાસ્ત્રિય નિયમો વ્યવહારમાં કેવી રીતે લાગુ પડે છે તે દરેક પ્રકરણમાં ગણેલા નમુનાના દાખલાઓની સંખ્યા જેમ બને તેમ વધુ પ્રમાણમાં આપી સ્પષ્ટ સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો છે. વળી દરેક પ્રકરણને છેડે વ્યવહારમાં ઉપયોગી થઈ પડે એવા દાખલાઓ જેમ બને તેમ વધુ સંખ્યામાં આપવામાં આવ્યા છે જેથી વિદ્યાર્થીઓને પોતાની મેળે ઘરે અથવા વર્ગમાં ગણવાનું સવળ થઈ પડે.

ગુજરાતી ભાષામાં એન્જીનીયરીંગ અને ટેકનીકલ વિષયોને લગતા ખાસ શબ્દોની ખૂટ હોવાના સબબે અને એન્જીનીયરીંગ લાઇનમાં એવા અંગ્રેજી ભાષાનાજ શબ્દોનો પ્રચાર હોવાથી આ પુસ્તકમાં કર્તાને તેવા અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દો વાપરવાની ફરજ પડી છે.

પહેલા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવાનાં કામમાં કમીટી ઓફ ડાયરેકશન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશન તથા તેના સેક્રેટરી સાહેબ તરફથી અને મુંબઇ ઇલાકાનાં કેળવણીખાતાના મે. ડાયરેક્ટર સાહેબ તરફથી જેવી રીતે મને ઉત્તેજન અને મદદ મળી હતી તેવીજ રીતે આ બીજા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવામાં પણ તેમના તરફથી ઉત્તેજન અને મદદ મને આપવામાં આવી છે જે માટે મુંબઇ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેકશન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશન તથા તેના સેક્રેટરી સાહેબનો, અને મુંબઇ ઇલાકાનાં કેળવણીખાતાના ડાયરેક્ટર સાહેબનો આ તકે ખાસ આભાર માનું છું.

વળી આ પુસ્તક રચવામાં કર્તાએ મેસર્સ જેમીસન, ક્રાયર અને જોરડન, લો, ડંકન, શેલી, લાઇનિહામ, પુલ, વિગેરે લેખકોનાં પુસ્તકોની મદદ લીધી છે, જે માટે તેમનો આભારી છું.

આ પુસ્તકમાં આવેલી આકૃતિઓના બ્લોકસ બનાવવા માટેનાં ડ્રોઇંગો મારી સુચના મુજબ તૈયાર કરવામાં તેમજ દરેક પ્રકરણને છેડે આપેલી એક્સરસાઇઝના દાખલાઓના જવાબો શોધવામાં મને મદદ આપવા માટે પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટના ડ્રોઇંગ ટીચર મી. દેવશંકર વી. ભટનો અને મેથેમેટીક્સ ટીચર મી. મગનલાલ કે. ઓઝાનો આભાર માનું છું.

આ પુસ્તકમાં દાખલાઓની સંખ્યા ઘણી હોવાથી તેમજ કર્તાના આવા પુસ્તક લખવાનો આ પહેલોજ પ્રયત્ન હોવાથી આ પુસ્તકમાં કાંઇક ભૂલો અને ખામીઓ તથા દાખલાના જવાબોમાં નજરચુકથી થયલી કાંઇક ભૂલો વાંચનારને જણાશે, જે તરફ કર્તાનું ધ્યાન ખેંચવામાં આવશે તો ઉપકાર સહિત તેનો સ્વીકાર કરવામાં આવશે.

પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટ,
સુરત, તા. ૧લી ફેબ્રુઆરી ૧૯૩૦. } **પીરોજશા એ. ચીચગર.**

અનુક્રમણિકા

પ્રકરણ ૧લું

દાંતાનાં ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતુ ગતિનું સંચારણ. ચક્કકામ. રેક અને પીનીઅન.

ગતિ એટલે વેલોસીટી—એંગ્યુલર વેલોસીટી એટલે કોણિય વેગ—ગોળાકાર ડીસ્ક અથવા રોલર વડે થતું ગતિનું સંચારણ—ફ્રીકશન ગીઅરીંગ અને દાખલા—એકસર્સાઈઝ-દાંતાનાં ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ—તુથ્ડ ગીઅરીંગ —પીચ સરકસીસ—પીચ સર્કલ—સરકમફ્રેન્શીઅલ પીચ—ડાયમેટ્રલ પીચ—એડેન્ડમ—ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ—ફેસ—ફ્લેંક—એડેન્ડમ સર્કલ—ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ સર્કલ—દાંતાનાં પ્રમાણ —વ્હીલના પીચ સર્કલના વ્યાસ નક્કી કરવાની રીત અને દાખલા—ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ અને દાખલા—આઈડલ વ્હીલ્સ—રેક અને પીનીઅન અને દાખલા—ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ (ચક્કરોના સમૂહ)—વ્હીલ ગીઅરીંગને લાગુ પાડવામાં આવતો કામનો નિયમ અને દાખલા—એકસર્સાઈઝ—બેવલ વ્હીલ્સ... ... ... પૃષ્ઠ ૧—૪૪

પ્રકરણ ૨જું

યંત્રકામની કેટલીક રચનાઓ જેમાં દાંતાનાં ચક્કરો વપરાય છે તે વિષે. વિંચ અથવા ક્રેબ.

સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ અથવા વિંચ અને તેનો યાંત્રિક લાભ કામના અને મોમેન્ટના નિયમ વડે નક્કી કરવાની રીત—ડબલ પરચેઝ ક્રેબ અને તેનો યાંત્રિક લાભ કામના અને મોમેન્ટના નિયમ વડે નક્કી કરવાની રીત—ટ્રેબલ પરચેઝ ક્રેબ—ચક્કરના દાંતાઓ ઉપર આવતું દબાણ અને દાખલા —એકસર્સાઈઝ ... ... ૪૫—૬૬

પ્રકરણ ૩જું

પુલીઓ વડે થતું ગતિનું સંચારણ. બેલ્ટ ગીઅરીંગ. રોપગીઅરીંગ. ચેન ગીઅરીંગ.

પૃષ્ઠ

બેલ્ટ ગીઅરીંગમાં ગતિનું પ્રમાણ—ફરવાની દિશા—ઓપન બેલ્ટ—ક્રોસ બેલ્ટ—દાખલા—પટાનો સ્લીપ એટલે પુલી ઉપર પટાનું સરકવું તે અને દાખલા—ફાસ્ટ અને લુસ પુલીઓ—પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલટી ગતિઓ મેળવવાની રીત—સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ અને મશીનને ચલાવવા માટેનું અને ઉભું રાખવા માટેનું ગીઅર—સ્પીડ કોન્સની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત અને દાખલા—પુલીની રીમનો આકાર—અસમાંતર શાફ્ટોને પટા વડે ચલાવવાની રીત—ટાઈટનીંગ પુલી અથવા જોકી પુલી—પટા વડે સંચારણ થતી શક્તિ અથવા પાવર અને દાખલા—રોપ ગીઅરીંગ—ચેન ગીઅરીંગ—એક્સર્સાઈઝ ૬૭-૧૧૧

પ્રકરણ ૪થું

બ્રેક્સ. બ્રેક હોર્સપાવર. ડાયનામોમીટર.

બ્રેક્સ—બ્રેક્સના વર્ગો—બ્લોક બ્રેક—બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક—નોમીનલ હોર્સપાવર—ઈન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર—બ્રેક હોર્સપાવર—ડાયનામોમીટર—એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટર—ત્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર—રોપબ્રેક ડાયનામોમીટર અને તેનાં વડે બ્રેક હોર્સપાવર નક્કી કરવાની રીત—બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર અથવા પ્રોની બ્રેક અને તેનાં વડે બ્રેક હોર્સપાવર નક્કી કરવાની રીત—ત્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર—બેલ્ટ ડાયનામોમીટર—સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામોમીટર—ફ્રુડ અને થોર્નીક્રોફ્ટ ડાયનામોમીટર—તોર્શન મીટર—દાખલા—એક્સર્સાઈઝ ...૧૧૨-૧૩૨

પ્રકરણ ૫મું

પુલી બ્લોક, સ્નેચ બ્લોક. પુલી બ્લોક ટેકલ. **પૃષ્ઠ**

સાદો પુલી બ્લોક એટલે ધરેડી–સ્નેચ બ્લોક–પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓ–ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાભ શોધવાની રીત–સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાભ શોધવાની રીત–પુલી બ્લોક ટેકલ–થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાભ શોધવાની રીત–દાખલા–એકસર્સાઇઝ ૧૩૩–૧૫૫

પ્રકરણ ૬ઠું

વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલ. વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક.

વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલ અથવા ચાઇનીઝ વીન્ડલેસ અને તેમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાભ મોમેન્ટના અને કામના નિયમ વડે શોધવાની રીત–દાખલા–વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક અને તેમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાભ મોમેન્ટના અને કામના નિયમ વડે શોધવાની રીત–દાખલાઓ–એકસર્સાઇઝ ૧૫૬–૧૭૮

પ્રકરણ ૭મું

ઢાળવાળી સપાટી. સ્ક્રુ અને સ્ક્રુ ગીઅરીંગ. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ.

ઢાળવાળી સપાટી ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં–ફાંચર (વેજ)–આડી સપાટી–ઢાળવાળી સપાટી ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં–દાખલા–એકસર્સાઇઝ–સ્ક્રુ–સ્ક્રુના આંટાનો હેલીકસ અથવા સ્પાયરલ–નટ–સ્ક્રુના આંટાઓની ખુબીઓ અને તેના વડે પરિપૂર્ણ કરવાની શરતો–સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો–વ્હિત્વર્થ “ વી ” થ્રેડ–વ્હિત્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ પ્રમાણે

૫૪

" વી " આંટાના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટેના પાચનો કોઠો–પાઈપ માટે વ્હિટવર્થના ગેસ થ્રેડના પાચનો કોઠો–સ્કવેર થ્રેડ એટલે ચોરસ આંટો–રાઉન્ડેડ થ્રેડ એટલે ગોળાકાર આંટો–બટ્રેસ થ્રેડ–સેલર્સ થ્રેડ–રાઈટ હેન્ડ અને લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રુ એટલે સવળા અને અવળા આંટાના સ્ક્રુ–સ્ક્રુ ગીઅરીંગમાં એક્લેશ–લીવર અથવા વ્હીલ સાથે સંયુક્ત થયલા સ્ક્રુ વડે દુર કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનું કાર્યસાધકત્વ–જુદાં જુદાં કાર્યો માટે યંત્રોમાં સ્ક્રુના ઉપયોગ–સ્ક્રુ પ્રેસ–સ્ક્રુ જેક–સ્ક્રુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતીનાં સંચારણ વિષે અને દાખલાઓ–રેલવેના ડબ્બાઓને જોડનારી સ્ક્રુ કપ્લીંગ–સ્ક્રુ બેંચ વાઈસ–એન્ડલેસ સ્ક્રુ અથવા વર્મ અને વર્મ વ્હીલ—વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની વિંચ અથવા ક્રેબ—વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી બ્લોક ટેકલ—વર્મ અને વર્મ વ્હીલનાં જોડાણ સાથનો સ્ક્રુ જેક—વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર—એક્સર્સાઈઝ ૧૭૯–૨૫૫

પ્રકરણ ૮મું

સ્ક્રુ-કટીંગ લેથ. લેથ ઉપર સ્ક્રુના આંટા કાપવાની રીત. પ્લેનીંગ મશીન.

સ્ક્રુ કટીંગ લેથ—ફાસ્ટ હેડસ્ટોક—બેક ગીઅરીંગની રચના તથા તેનાં વડે લેથ મેન્ડ્રીલની ઝડપમાં થતો ઘટાડો અને દાખલા—લેથ મેન્ડ્રીલ અને તેની બેરીંગોની રચના—લુસ અથવા ટેલ અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક—કમ્પાઉન્ડ સ્લાઈડ રેસ્ટ અને તેની ચાલો—ટમ્બલર ગીઅર—સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ નક્કી કરવાની

પૃષ્ઠ

રીત અને દાખલા—એકથી વધુ આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ થ્રેડેડ) સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં ચેન્જ વ્હીલ્સ શોધવા વિષે—જુદા જુદા પીચના સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઇતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્રો)ના કોઠા—કોઇપણ પીચના આંટા કાપવા માટે શોધી કાઢેલાં ચેન્જ વ્હીલ્સ બરાબર છે કે કેમ તેનો તાળો મેળવવાની રીત—એકી સંખ્યાના આંટા કાપવાની રીત—એકી સંખ્યાના આંટા કાપવા માટે લેથ ઉપર નિશાન (માર્ક) કરવાની રીત—એક કરતાં વધુ આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ થ્રેડેડ) સ્ક્રુના આંટા કાપવાની રીત—પ્લેનીંગ મશીન—સ્ક્રુ અને નટ વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત—રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત અને દાખલા—એક્સર્સાઇઝ ૨૫૬–૩૦૨
પરિક્ષામાં પુછાયલા અને પરચુરણ દાખલાઓ... ... ૩૦૩–૩૧૬
એક્સર્સાઇઝના જવાબો... ... ... ૩૧૭–૩૨૨
અનુક્રમણિકા... ... ... ૩૨૩–૩૩૯

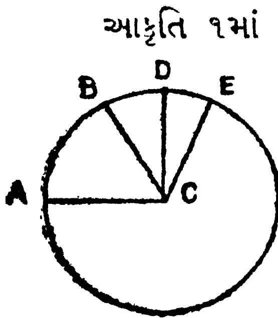
ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર
(એપ્લાઈડ મીકેનીક્સ)
ભાગ બીજો
પ્રકરણ ૧લું
દાંતાનાં ચક્રરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ. ચક્કામ. રેક અને પીનીઅન.

ગતિનો વેગ એટલે વેલોસીટી—પદાર્થની ગતિનો વેગ એટલે વેલોસીટી એ તે પદાર્થ જે ઝડપે ચાલે છે તે ઝડપ છે. આ ગતિના વેગને **"લીનીઅર વેલોસીટી"** અથવા **"સર્કમફ્રેન્શીઅલ વેલોસીટી" (linear or circumferential velocity)** એટલે લંબાઈની ગતિનો વેગ અથવા પરિધની ગતિનો વેગ કહે છે. જો તે પદાર્થ વખતના સરખા ગાળામાં સરખે અંતરે ચાલે તો તે ગતિનો વેગ સમાન (uniform) કહેવાય છે, અને તે વેળાએ પસાર થયલું અંતર = ગતિનો વેગ × વખત છે. અંતરનો એકમ જે હમેશાં વપરાય છે તે ૧ ફુટ છે, અને વખતનો એકમ એક સેકન્ડ છે. ધારો કે એક પદાર્થ દર સેકન્ડે ૮ ફુટની સમાન ગતિએ ચાલે છે, ત્યારે ૧૨ સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર = ૮ × ૧૨ = ૯૬ ફુટ છે; અથવા જો અક્ષર S પસાર થતું અંતર દર્શાવે, V દર સેકન્ડે સમાન ઝડપ ફુટમાં, અને T વખત સેકન્ડમાં દર્શાવે, ત્યારે એક સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર = V, અને T સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર = V × T છે.

$$\therefore S = V \times T, \quad V = \frac{S}{T}, \quad \text{અને } T = \frac{S}{V}.$$

ઍંગ્યુલર વેલોસીટી (કોણિય વેગ) અને તેને માપવાની રીત—જો એક બિંદુ સમાન ગતિ V સાથે એક વર્તુલ દોરે, તો એ દેખીતું છે કે તે બિંદુ અને વર્તુલનાં મધ્યબિંદુને જોડનારી લીટી એક ખુણો દોરશે. આ પ્રમાણે દર સેકન્ડે દોરાયલા ખુણાને તે બિંદુની **"ઍંગ્યુલર વેલોસીટી એટલે કોણિય વેગ"** કહેવામાં આવે છે. ઍંગ્યુલર વેલોસીટી હમેશાં ગોળાકાર માપ (circular measure)માં દર્શાવવામાં આવે છે, અને ખુણાનું ગોળાકાર માપ કેવી રીતે વર્ણવી શકાય તે નીચે દર્શાવ્યું છે:—

આકૃતિ ૧માં એક વર્તુલ આપ્યું છે, જેનું મધ્ય બિંદુ C આગળ છે. ખુણો ACB એવો છે કે આર્ક ABની લંબાઈ ત્રિજ્યા ACની બરાબર છે. વર્તુલનો વ્યાસ ગમે એટલો હોય તોપણ આ ખુણામાં કશો પણ ફેરફાર થતો નથી, અને તે તદન લગભગ ૫૭.૨૯૬ અંશ એટલે ડીગ્રીનો છે, જે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:—



આકૃતિ ૧

ACને કાટખુણે CD લીટી દોરો, ત્યારે

$$\frac{\text{ખુણો ACB}}{\text{ખુણો ACD}} = \frac{\text{આર્ક AB}}{\text{આર્ક AD}}.$$

પણ આર્ક AB બરાબર ત્રિજ્યા છે, અને આર્ક AD એ વર્તુલના પરિઘનો ચોથો ભાગ છે, ત્યારે

$$\frac{\text{ખુણો ACB}}{\text{ખુણો ACD}} = \frac{\text{આર્ક AB}}{\text{આર્ક AD}} = \frac{\text{ત્રિજ્યા}}{\text{પરીઘ} \div ૪} = \frac{\text{ત્રિજ્યા}}{\frac{૨ \times \text{ત્રિજ્યા} \times ૩\text{-}૧૪૧૬}{૪}}$$

$$= \frac{\text{ત્રિજ્યા} \times ૪}{૨ \times \text{ત્રિજ્યા} \times ૩{\cdot}૧૪૧૬} = \frac{૨}{૩{\cdot}૧૪૧૬}$$

$$= \frac{૧}{૧{\cdot}૫૭૦૮}$$

એટલે જો ખુણા ACBનું માપ ૧° હોય તો ખુણા ACDનું માપ ૧.૫૭૦૮° છે, પણ ખુણો ACD ૯૦°નો છે, ત્યારે,

ACB : ACD : : ૧ : ૧.૫૭૦૮

ACB : ૯૦° : : ૧ : ૧.૫૭૦૮

ACB × ૧.૫૭૦૮ = ૯૦ × ૧

$$\therefore \text{ ACB} = \frac{૯૦ \times ૧}{૧.૫૭૦૮} = ૫૭.૨૯૬^\circ$$

આ ખુણો જે ત્રિજ્યાની બરાબરના આર્કની સામે વર્તુલનાં મધ્ય બિંદુ આગળ હોય છે તેને ગોળાકાર માપનો એકમ તરીકે લેવામાં આવે છે, અને તેને " **રીડીઅન** " (**radian**) કહે છે; એટલે ૫૭.૨૯૬° = ૧ રેડીઅન છે. બીજા કોઇપણ ખુણાની મહત્વતા આ એકમની સંજ્ઞા "રેડીઅન"માં દર્શાવી શકાય. આ પ્રમાણે ખુણા ACEનું ગોળાકાર માપ નીચે પ્રમાણે દર્શાવાય:—

ખુણો ACE : ખુણો ACB : : આર્ક AE : ત્રિજ્યા, પણ ખુણો ACB એ ગોળાકાર માપનો એકમ છે, તેટલા માટે

ACE : ૧ : : આર્ક AE : ત્રિજ્યા.

∴ ACE × ત્રિજ્યા = ૧ × આર્ક AE.

$$\therefore \text{ ખુણો ACE} = \frac{\text{આર્ક AE}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$

આ સઘળી બાબતોમાં લાગુ પડે છે; તેટલા માટે એક ખુણાની મહત્વતા ગોળાકાર માપમાં

$$= \frac{\text{વર્તુલનાં મધ્યબિંદુ આગળ ખુણાની સામે આવેલાં આર્કની લંબાઈ}}{\text{વર્તુલની ત્રિજ્યા}}$$ હમેશાં હોય છે.

આ ઉપરથી એમ માલમ પડશે કે જો બે ડીસ્ક ((disc) એટલે થાળીઓ એક સરખા વખતમાં એક વર્તુલ ફરે, તો દરેક થાળીની કિનાર એટલે રીમ (rim)માંનાં એક બિંદુ વડે દોરાયલું

ખુણું એક સરખું હશે, પછી તેમના વ્યાસો ગમે તેમ નાના મોટા હોય; બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો દરેક કિનાર એટલે રીમમાં એક બિંદુ વડે આપેલું ખુણું જે ઝડપે દોરાય છે તે ઝડપ એક સરખી છે.

મધ્યબિંદુ C વાળાં એક વર્તુલને દોરનારાં બિંદુ Pની લીનીઅર વેલોસીટી અને ઍંગ્યુલર વેલોસીટી વચ્ચેનો સંબંધ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:—

આકૃતિ ૧માં, ધારો કે એક બિંદુ P વડે એક સેકંડમાં દોરાયલું આર્ક AE છે, ત્યારે બિંદુ Pની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી = ખુણા ACEનું ગોળાકાર માપ = $\frac{\text{આર્ક AE}}{\text{AC}}$ છે.

ધારોકે V = એક સેકંડમાં બિંદુ Pની લીનીઅર વેલોસીટી, અથવા V = આર્ક AEની લંબાઈ.

$\therefore$ ઍંગ્યુલર વેલોસીટી = $\frac{V}{AC} = \frac{V}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{\text{લીનીઅર વેલોસીટી}}{\text{ત્રિજ્યા}}$,

અને લીનીઅર વેલોસીટી = ઍંગ્યુલર વેલોસીટી × ત્રિજ્યા

જો એક બિંદુ ત્રિજ્યા r વાળાં વર્તુલમાં દર સેકંડે એક આંટો ફરે તો તે બિંદુની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી =

$= \frac{\text{પરિધ}}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{૨ \times r \times ૩\cdot૧૪૧૬}{r} = ૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬$ રેડીઅન્સ.

જો તે બિંદુ દર સેકંડે n રેવોલ્યુશન્સ અથવા આંટા ફરે તો ઍંગ્યુલર વેલોસીટી = ૨ × ૩·૧૪૧૬ × n (રેડીઅન્સ)

અને જો દર મીનીટે N રેવોલ્યુશન્સ અથવા આંટા ફરે તો ઍંગ્યુલર વેલોસીટી = $૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times \frac{N}{૬૦}$ રેડીઅન્સ દરસેકંડે.

ટુંકમાં વિદ્યાર્થીઓએ યાદ રાખવું જોઈએ કે ઍંગ્યુલર વેલોસીટી દર સેકંડે ખુણાનાં માપમાં એટલે રેડીઅનમાં લેવામાં આવે છે, અને લીનીઅર વેલોસીટી દર સેકંડે ફુટમાં લેવામાં આવે છે. એક રેડીઅન = ૫૭·૨૯૬° છે.

દાખલો ૧—એક ચક્કરનો વ્યાસ ૮ ફુટ છે અને તે દર મીનીટે ૩૦ આંટા ફરે છે, તો તેના પરિઘમાંનાં કોઈપણ એક બિંદુની લીનીઅર વેલોસીટી શોધો, અને ચક્કરની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી શોધો.

લીનીઅર વેલોસીટી = ચક્કરના એક આંટામાં પસાર થતું અંતર × એક સેકંડમાં આંટાની સંખ્યા.

$$\therefore \text{લીનીઅર વેલોસીટી} = ૮ \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times \frac{૩૦}{૬૦}$$
$$= \underline{૧૨\cdot૫૬૬૪ \text{ ફુટ દર સેકંડે.}}$$

$$\text{ઍંગ્યુલર વેલોસીટી} = \frac{\text{લીનીઅર વેલોસીટી}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$
$$= \frac{૧૨\cdot૫૬૬૪}{૪} = \underline{૩\cdot૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન}}$$

અથવા,

$$\text{ઍંગ્યુલર વેલોસીટી} = ૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times \frac{N}{૬૦}$$
$$= ૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times \frac{૩૦}{૬૦}$$
$$= \underline{૩\cdot૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન્સ}}$$

ઍંગ્યુલર વેલોસીટી નીચલી બીજી બે રીતોએ પણ મેળવી શકાય:—

(૧) એક સેકંડમાં વ્હીલ વડે દોરાયલું ખુણું $= \frac{૩૦ \times ૩૬૦}{૬૦}$

$= ૧૮૦^\circ$

આ ખુણાનું ગોળાકાર માપ રેડીઅન્સમાં $= \frac{૧૮૦}{૫૭\cdot૨૯૬}$

$= \underline{૩\cdot૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન્સ}}$

(૨) ઉપલી રીતમાં શોધ્યું તેમ એક સેકન્ડમાં વ્હીલ વડે દોરાયલું ખુણું ૧૮૦°નું છે.

૩૬૦° : ૧૮૦° : : પરિઘ બરાબરનું આર્ક : આર્ક

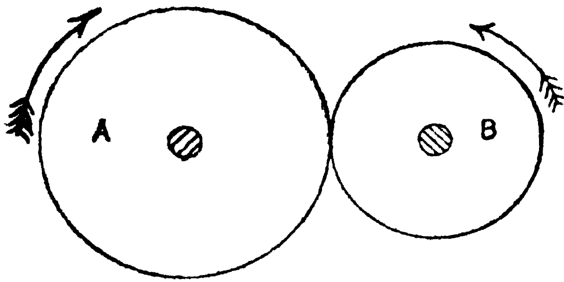
$$\therefore \text{૧૮૦°નું આર્ક} = \frac{\text{૧૮૦} \times \text{પરિઘ}}{\text{૩૬૦}} = \frac{\text{પરિઘ}}{\text{૨}}$$

$$\text{એંગ્યુલર વેલોસીટી} = \frac{\text{આર્ક}}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{\text{પરીઘ} \div \text{૨}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$

$$= \frac{\text{૮} \times \text{૩·૧૪૧૬}}{\text{૨} \times \text{૪}}$$

$$= \text{૩·૧૪૧૬ રેડીઅન્સ}$$

ગોળાકાર ડીસ્ક અથવા રોલર વડે થતું ગતિનું સંચારણ–ફ્રીકશન ગીઅરીંગ (Friction Gearing)—જો બે શાફ્ટ અંકકની નજદીક હોય અને તેમની ઉપર અંકક ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલી બેસાડેલી હોય, અને જો તે ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલીની રીમોને અંકક સાથે દબાવવામાં આવે તો ઘર્પણ ઉત્પન્ન થશે; અને જો સંચારણ કરવાનું જોર અતિશય મોટું ન હશે તો એક ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલી બીજી ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલીને ચલાવી શકશે. પાવરનો સંચાર કરવાની આ રીતને **"ફ્રીકશન ગીઅરીંગ"** કહે છે. આકૃતિ ૨માં બે રોલરો A અને B બતાવ્યાં છે, જેઓ પોતાની ધરીઓ આસપાસ ફરવા શક્તિમાન છે. બન્ને રોલરને એક બીજા સાથે દબાવીને સંબંધમાં રાખવામાં આવ્યાં છે.



આકૃતિ ૨

લાગનાં બિંદુ આગળનું ઘર્પણ એટલું છે કે Bની ગતિને નડતો અવરોધ દુર કરી શકાય. રોલર A ઉપરથી રોલર Bને ગતિ મળે છે, માટે A ને **ડ્રાઈવર (Driver) એટલે ચલાવનાર** કહે છે, જે તીર વડે દેખાડેલી દીશામાં ફરે છે, અને B ને **ફોલોઅર (Follower) એટલે પુઠે ચાલનાર** કહે છે, જે Aથી ઉલટી

દીશામાં ફરે છે. આ રોલરોના આંટાઓ અથવા રેવોલ્યુશન્સ તેમની ત્રિજ્યા અથવા વ્યાસનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે, એટલે જે ડીસ્ક અથવા રોલરનો વ્યાસ મોટો તેના આંટાની સંખ્યા નાની ડીસ્ક અથવા રોલરના વ્યાસનાં પ્રમાણ જેટલી ઓછી અને જે ડીસ્કનો વ્યાસ નાનો તેના આંટાની સંખ્યા મોટી ડીસ્ક અથવા રોલરના વ્યાસનાં પ્રમાણ જેટલી વધુ થશે. આ નીચે પ્રમાણે સાબેત કરી શકાયઃ—

ધારોકે ડીસ્ક અથવા રોલર A. એટલે ડ્રાઈવરનો વ્યાસ બરાબર D, અને B એટલે ફોલોઅરનો વ્યાસ બરાબર F લઈએ, તથા દર મીનીટે Aના આંટાની સંખ્યા N_D અને Bના આંટાની સંખ્યા N_F લઈએ, અને જો સ્લીપીંગ (Slipping) ધ્યાનમાં ન લઈએ તો એ દેખીતું છે કે બન્ને ડીસ્કની રીમોના પરિધના વેગ (circumferential velocity) એક સરખા છે. તો

દર મીનીટે Aની પરિધની ગતિ $= D \times ૩.૧૪૧૬ \times N_D$, અને તેટલાજ વખતમાં Bની પરિધની ગતિ $= F \times ૩.૧૪૧૬ \times N_F$.

$$\therefore D \times ૩.૧૪૧૬ \times N_D = F \times ૩.૧૪૧૬ \times N_F.$$

$$\therefore D \times N_D = F \times N_F$$

$$\therefore \frac{N_D}{N_F} = \frac{F}{D}$$

જો $N_D = ૧$ હોય તો $\frac{૧}{N_F} = \frac{F}{D}$

$\therefore N_F = \frac{D}{F}$, એટલે જ્યારે A એક આંટો ફરે ત્યારે B એ $\frac{D}{F}$ આંટા ફરે છે.

$$D : F :: N_F : N_D$$

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$\therefore D = \frac{F \times N_F}{N_D}$$

$$N_D = \frac{F \times N_F}{D}$$

$$F = \frac{D \times N_D}{N_F}, \text{ અને } N_F = \frac{D \times N_D}{F}.$$

આ ઉપરથી એમ નક્કી થાય છે કે એક ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલીના આંટા × તેનો વ્યાસ = બીજી ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલીના આંટા × તેનો વ્યાસ.

ફ્રીકશન ગીયરીંગમાં હમેશાં અમુક હદે સ્લીપીંગ (slipping) થાય છે. દાખલા તરીકે ડ્રાઈવરના વ્યાસ કરતાં ફોલોઅરનો વ્યાસ બમણો હોય અને ડ્રાઈવર ૧૦૦ આંટા ફરે તો ફોલોઅરે ૫૦ આંટા ફરવા જોઈશે. પણ વ્યવહારમાં ફોલોઅર ૫૦ આંટા ફરવાને બદલે થોડાક ઓછા, કહો કે ૪૫ આંટા, ફરે છે, એટલે પાંચ આટા ઓછા ફરશે, એટલે સેંકડે ૧૦ આંટા ઓછા ફરે છે. આને "**સ્લીપીંગ**" **(slipping)** કહે છે. આ દાખલામાં સ્લીપીંગ સેંકડે ૧૦ ટકા છે એમ કહેવાય છે. ફ્રીકશન ગીયરીંગમાં આ સ્લીપીંગ ઓછું કરવા માટે એક રોલરની રીમ ઉપર ફરતે દબાવેલું કાગળ અથવા ચામડું લપેટવામાં આવે છે, જેથી ધાતુની સપાટીઓ વચ્ચે મળતાં કોએ-ફીશન્ટ ઓફ્ ફ્રીકશન એટલે ઘર્ષણના ગુણક કરતાં આ વડે કોએફીશન્ટ ઓફ્ ફ્રીકશન એટલે ઘર્ષણનો ગુણક વધુ મળે છે. જેમ બે રીમોની સપાટીઓ વચ્ચે કોએફીશન્ટ ઓફ્ ફ્રીકશન વધુ મળે તેમ સ્લીપીંગ ઓછું હોય છે.

દાખલો ૨—બે ડીસ્ક કે જેઓની રીમ એકેક સાથે સંબંધમાં મુકેલી છે, અને જેમાંની એક બીજીને સપાટીનાં ઘર્ષણ વડે ચલાવે છે તેના વ્યાસો અનુક્રમે ૨૦ ઈંચ અને ૫ ઈંચ છે. પહેલી એક મીનીટમાં ૩૬ આંટા ફરે છે તો બીજી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે.

$$D : F :: N_F : N_D$$

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૨૦ \times ૩૬ = ૫ \times N_F$$

$$\therefore N_F = \frac{૨૦ \times ૩૬}{૫} = \underline{૧૪૪ \text{ આંટા}}$$

દાખલો ૩—ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ અને ફોલોઅરનો વ્યાસ ૩૫ ઈંચ છે. દર મીનીટે ફોલોઅર ૧૩૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઈવર કેટલા આંટા ફરશે ?

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૧૫ \times N_D = ૩૫ \times ૧૩૦$$

$$\therefore N_D = \frac{૩૫ \times ૧૩૦}{૧૫}$$

$$= \underline{૩૦૩\cdot૩ \text{ આંટા}}$$

દાખલો ૪—ડ્રાઈવર ૧૭૦ આંટા અને ફોલોઅર ૬૦ આંટા ફરે છે. જો ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ હોય તો ફોલોઅરનો વ્યાસ શોધો ?

$$F = \frac{D \times N_D}{N_F} = \frac{૧૨ \times ૧૭૦}{૬૦} = \underline{૩૪ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૫—જો ડ્રાઈવર ૭૫ આંટા ફરે અને ફોલોઅર ૧૩૦ આંટા ફરે, તથા ફોલોઅરનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ હોય તો ડ્રાઈવરનો વ્યાસ શોધો ?

$$D = \frac{F \times N_F}{N_D} = \frac{૧૫ \times ૧૩૦}{૭૫} = \underline{૨૬ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૬—બે ડીસ્ક કે જેમાંની એક બીજીને ચલાવે છે તેની ધરીઓનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૭ ઈંચ છે. તેમાંની એક દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે અને બીજી તેટલાજ વખતમાં ૪૦ આંટા ફરે છે તો તે ડીસ્કના વ્યાસો શોધો ?

પહેલી રીતઃ—

ધરીઓનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૭ ઈંચ છે એટલે બે ડીસ્કની ત્રિજ્યાઓનો સરવાળો ૨૭ ઇંચ છે, તેટલા માટે તેમના વ્યાસોનો સરવાળો = ૨૭ × ૨ = ૫૪ ઇંચ. આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સનું પ્રમાણ ૧૨૦ : ૪૦ = ૩:૧ છે, માટે ત્રિજ્યા અથવા વ્યાસોનું પ્રમાણ ૧ : ૩ છે.

પ્રમાણનો સરવાળો = ૧ + ૩ = ૪

વ્યાસોનો સરવાળો		સરવાળો ઈંચમાં		ઇંચ વ્યાસ		ઈંચ
૪	:	૫૪	: :	૧	:	D

$$૪ D = ૫૪ \times ૧, \therefore D = \frac{૫૪ \times ૧}{૪} = \underline{૧૩.૫ \text{ ઈંચ}}$$

વ્યાસનો સરવાળો		સરવાળો ઈંચમાં		ઈંચ વ્યાસ		ઈંચ
૪	:	૫૪	: :	૩	:	F

$$૪ F = ૫૪ \times ૩, \therefore F = \frac{૫૪ \times ૩}{૪} = \underline{૪૦.૫ \text{ ઈંચ}}$$

બીજી રીતઃ—

ધારોકે D ઈંચ = જે ડીસ્ક ૧૨૦ આંટા ફરે છે તેનો વ્યાસ,
ત્યારે (૫૪–D) ઈંચ = જે ડીસ્ક ૪૦ આંટા ફરે છે તેનો વ્યાસ.

$$D \times N_D = F \times N_F$$
$$D \times ૧૨૦ = (૫૪ - D) \times ૪૦$$
$$૧૨૦ D = ૨૧૬૦ - ૪૦ D$$
$$\therefore ૧૨૦ D + ૪૦ D = ૨૧૬૦$$
$$૧૬૦ D = ૨૧૬૦$$
$$\therefore D = \frac{૨૧૬૦}{૧૬૦} = \underline{૧૩.૫ \text{ ઈંચ}}$$

$$\text{અને } ૫૪ - D = ૫૪ - ૧૩.૫ = \underline{૪૦.૫ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૯—આપેલા વખતમાં બે ડીસ્કના આંટાની સંખ્યા વચ્ચેનો તફાવત ૧૨૦ છે, અને તેમની ત્રિજ્યાઓ વચ્ચેનું પ્રમાણ

૩ : ૪ છે. જો તેમના વ્યાસનો સરવાળો ૨૮ ઇચ હોય તો તેમના વ્યાસ શોધો, અને આપેલા વખતમાં આંટાની સંખ્યા શોધો ?

ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ એટલે વ્યાસનું પ્રમાણ ૩ : ૪ છે.

∴ વ્યાસનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૩ + ૪ = ૭

ઇંચસરવાળો		ઇંચસરવાળો		ઇંચવ્યાસ		ઇંચ
૭	:	૨૮	: :	૩	:	D

$$\therefore D = \frac{૨૮ \times ૩}{૭} = \underline{૧૨ \text{ ઇંચ}}$$

૭″	:	૨૮″	: :	૪″	:	F″

$$\therefore F = \frac{૨૮ \times ૪}{૭} = \underline{૧૬ \text{ ઇંચ}}$$

વ્યાસનું પ્રમાણ ૩ : ૪ છે, તેટલા માટે આંટાનું પ્રમાણ = ૪ : ૩ છે.

આંટાનાં પ્રમાણ વચ્ચેનો તફાવત = ૪ − ૩ = ૧

તફાવત		તફાવત		આંટા		
૧	:	૧૨૦	: :	૪	:	N_D

$$\therefore N_D = \frac{૧૨૦ \times ૪}{૧} = \underline{૪૮૦ \text{ આંટા}}$$

તફાવત		તફાવત		આંટા		
૧	:	૧૨૦	: :	૩	:	N_F

$$\therefore N_F = \frac{૧૨૦ \times ૩}{૧} = \underline{૩૬૦ \text{ આંટા}}$$

એકસર્સાઇઝ ૧લી.

૧. બે ડીસ્ક જેઓની રીમોને એકેક સાથે દબાવીને સંબંધમાં રાખી છે, અને જેમાંની એક બીજીને ચલાવે છે તેના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૫ ઇંચ અને ૨૦ ઇંચ છે. જો પહેલી ડીસ્ક દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં બીજી કેટલા આંટા ફરશે ?

૨. ડ્રાઇવરનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ અને તેના આંટાની સંખ્યા ૯૬ છે. ફોલોઅરના આંટાની સંખ્યા ૭૪ હોય તો તેનો વ્યાસ શોધો.

૩. ફૉલોઅરની ત્રિજ્યા ૫ ઈંચ અને ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે. જો ફૉલોઅર ૭૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઈવર કેટલા આંટા ફરશે ?

૪. ડ્રાઈવરની ત્રિજ્યા ૧૨$\frac{3}{4}$ ઈંચ અને તેના આંટાની સંખ્યા ૧૪૦ છે. જો ફૉલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૧૮૦ આંટા ફરે તો તેનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક ફ્રીકશન ગીઅરીંગમાં બે ફ્રીકશન રોલરોના વ્યાસનો સરવાળો ૩૨ ઈંચ છે. એમાંનું એક રોલર ૧૨૫ આંટા ફરે છે અને બીજું ૭૫ આંટા ફરે છે, તો તેમના વ્યાસો શોધો.

૬. બે ફ્રીકશન રોલર્સ જેમાંનું એક ડ્રાઈવર અને બીજું ફૉલોઅર છે તેની ધરીનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૩ ઈંચ છે. ડ્રાઈવર દર મીનીટે ૧૩૦ આંટા ફરે છે, અને ફૉલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૪૫ આંટા ફરે છે તો તેમના વ્યાસો શોધો.

૭. બે ડીસ્ક જેમાંની એક ડ્રાઈવર અને બીજી ફૉલોઅર છે તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સનો સરવાળો આપેલા વખતમાં ૨૪૦ છે અને તેમની ત્રિજ્યાઓનું પ્રમાણ ૨ : ૩ છે. જો તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૪ ઈંચ હોય તો તેમના વ્યાસો શોધો; અને વળી આપેલા વખતમાં તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સની સંખ્યા શોધો.

૮. બે શાફ્ટ ૪ ફુટ દુર છે તેઓને ડીસ્કની મદદ વડે જોડવાની છે જેથી તેમાંની એક શાફ્ટ બીજી શાફ્ટને ૪ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણમાં ચલાવી શકે, તો ડીસ્કના વ્યાસો શોધો.

૯. ફ્રીકશન રોલરોના વ્યાસો ૧૫ ઈંચ અને ૮ ઇંચ છે, અને તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સનો સરવાળો આપેલા વખતમાં ૪૫૦ છે, તો તેટલાજ વખતમાં તેમના આંટાઓની સંખ્યા શોધો.

દાંતાનાં ચક્રો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ—ટુથ્ડ ગીઅરીંગ (Toothed Gearing)—જ્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી તેની પાસે આવેલી બીજી સમાંતર શાફ્ટ ઉપર પાવર એટલે

શક્તિનું અથવા ગતિનું સંચારણ કરવું હોય અને જો તે પાવર અતિશય નાના પ્રમાણમાં હોય તો ડીસ્ક અથવા ફ્રીકશન રોલર્સ આકૃતિ ૨માં દેખાડ્યા પ્રમાણે વપરાય છે, પણ જો તે પાવર મોટા પ્રમાણમાં હોય તો તે ડીસ્ક અથવા રોલર્સના પરિધિ અથવા રીમ ઉપર દાંતાઓ (teeth) બનાવવામાં આવે છે. આવી રીતનાં દાંતાવાળાં ચક્કરોને **"તુથ્ડ વ્હીલ્સ" અથવા "સ્પર વ્હીલ્સ" (toothed wheels અથવા spur wheels)** કહે છે. આ જાતનાં બે ચક્કરો એક બીજાં સાથે એવી રીતે જોડાણમાં એટલે ગીઅર (gear)માં લાવવામાં આવે છે કે એક ચક્કરના દાંતા બીજાં ચક્કરના બે દાંતાઓ વચ્ચેના ગાળા (space)માં બેસતા આવે; પણ એક બાજુએથી તથા તળીયેથી કાંઇક મોકળી જગ્યા રહે કે જેને અનુક્રમે "**સાઇડ ક્લીઅરન્સ**" અને "**બૉટમ ક્લીઅરન્સ**" કહે છે. ફ્રીકશન રોલર્સમાં જે સ્લીપીંગ થાય છે તેવું સ્લીપીંગ દાંતાનાં ચક્કરોમાં થતું નથી.

દાંતાનાં ચક્કરોને લગતી વ્યાખ્યાઓ:—

પીચ સરફેસીસ—બે દાંતાવાળાં ચક્કરો કે જેઓ એક બીજાં સાથે જોડાણમાં એટલે ગીઅરમાં છે તેની **પીચની સપાટીઓ** એટલે **પીચ સરફેસીસ (pitch surfaces)**એ બે કલ્પિત ફ્રીકશન વ્હીલ્સની સપાટીઓ છે, જે કલ્પિત ફ્રીકશન વ્હીલ્સની ધરીઓ અને તેની ગતિ તે દાંતાવાળાં ચક્કરો ને તદ્દન મળતીજ હોય; અને કલ્પિત વર્તુલ કે જે આ કલ્પિત ફ્રીકશન વ્હીલ દર્શાવે છે તેને "**પીચ સર્કલ**" **(pitch circle)** એટલે **પીચનું વર્તુલ** કહે છે.

પીચ સર્કલ—એક દાંતાવાળાં ચક્કરનું **"પીચ સર્કલ"** એટલે **"પીચ વર્તુલ"** એ તે ચક્કરમાં એક કલ્પિત વર્તુલ છે જે જ્યારે તે ચક્કર બીજાં ચક્કર સાથે જોડાણ એટલે ગીઅર (gear)માં હોય ત્યારે તેની ગતિ દર્શાવે છે. આ બાબદમાં પીચ સર્કલો તેમનાં ફરવા દરમ્યાન એક બીજા સાથે ચાલુ સંબંધમાં રહેશે.

પીચ—ચક્કરમાં દાંતાનો **"પીચ"** એ પીચ લાઇનિ અથવા પીચ સર્કલ ઉપર માપેલું એક દાંતા-ઉપરનાં એક બિંદુથી તેની પાસેના બીજા દાંતા ઉપરનાં તેનેજ મળતાં બીજાં બિંદુ વચ્ચેનું અંતર છે; અથવા, એક દાંતા ઉપરનાં મધ્ય બિંદુથી તેની પાસેના બીજા દાંતા ઉપરનાં મધ્યબિંદુ સુધીનાં પીચ લાઇનિ ઉપર માપેલાં અંતરને ચક્કરના દાંતાનો **"પીચ"** કહે છે.

પીચ બે રીતે બોલાય છે, પહેલો, **"સર્કમફ્રેન્શીઅલ** અથવા **સર્ક્યુલર પીચ" (circumferential અથવા circular pitch)**, અને બીજો, **"ડાયમેટ્રલ પીચ" (diametral pitch)** છે.

ઉપર પીચની જે વ્યાખ્યા આપી છે તે સર્કમફ્રેન્શીઅલ અથવા સર્ક્યુલર પીચની છે. આ પીચ એન્જીનીયરો મુખ્ય ભાગે વાપરે છે.

ડાયમેટ્રલ પીચ—નાના પીચનાં ચક્કરો, જેવાંકે સ્ક્રુ કટીંગ લેથમાં વપરાતાં દાંતાવાળાં ચેન્જ વ્હીલ્સ, તથા સુતરની મીલના સંચાઓમાં વપરાતાં દાંતાનાં ચક્કરો, વિગેરે માટે પીચ માપવાની જે બીજી રીત વપરાય છે તે **"ડાયમેટ્રલ પીચ"** છે. વ્હીલના વ્યાસના દર એક ઈંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા વડે આ પીચ દર્શાવવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, જો ચક્કરના પરિઘમાં ૪૦ દાંતા હોય, અને તે ચક્કરનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ હોય તો વ્યાસના દર ઇંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા ૫ આવશે, એટલે ડાયમેટ્રલ પીચ ૫ કહેવાશે. કોઈ કોઈ વાર ડાયમેટ્રલ પીચ અપૂર્ણાંકમાં બોલાય છે, એટલે ડાયમેટ્રલ પીચ ૫ હોય તો $\frac{૧}{૫}$ ડાયમેટ્રલ પીચ એમ પણ બોલાય છે.

એડેન્ડમ (addendum)—પીચ સર્કલની બહારના દાંતાના ભાગને **"એડેન્ડમ"** કહે છે.

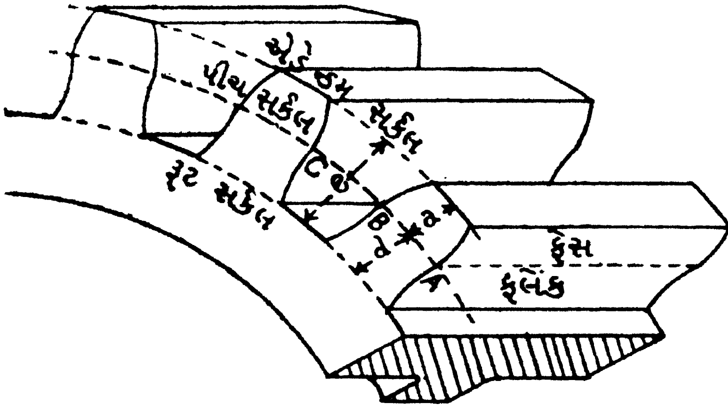
ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ—પીચ સર્કલની અંદરના દાંતાના ભાગને **"ડીડેન્ડમ" (dedendum)** અથવા **"રૂટ" (root)** કહે છે.

ફ્રેસ (face)—એડેન્ડમની કાર્ય કરતી બાજુની **સપાટીને "ફ્રેસ"** કહેવામાં આવે છે.

ફ્લેંક (flank)—ડીડેન્ડમ અથવા રૂટની કાર્ય કરતી બાજુની સપાટીને **"ફ્લેંક"** કહે છે.

એડેન્ડમ સર્કલ—પીચ સર્કલનાં મધ્યબિંદુ (centre) ઉપરથી દોરાયલાં અને દાંતાનાં મથાળાંમાંથી પસાર થતાં વર્તુલને **"એડેન્ડમ સર્કલ"** કહેવામાં આવે છે.

ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ સર્કલ—પીચ સર્કલનાં મધ્યબિંદુ (centre) ઉપરથી દોરાયલાં અને દાંતાનાં તળીયાંમાંથી પસાર થતાં વર્તુલને **" ડીડેન્ડમ સર્કલ "** અથવા **" રૂટ સર્કલ "** કહે છે.



આકૃતિ ૩

દાંતાનાં પ્રમાણ—આકૃતિ ૩માં પીચ = P = ABC છે. દાંતાની જાડાઈ = AB = ·૪૭ P. ગાળા (space)ની પહોળાઈ = BC = ·૫૩ P. દાંતાની કુલ ઉંડાઈ અથવા ઉંચાઈ = e = ·૭ P. પીચ લાઈનની ઉપર દાંતાની ઉંચાઈ એટલે એડેન્ડમ = a = ·૩ P. પીચ લાઈનની અંદર દાંતાની ઉંડાઈ એટલે ડીડેન્ડમ = d = ·૪ P. વ્હીલની રીમની પહોળાઈ એટલે દાંતાની પહોળાઈ = ૨ Pથી ૩ P. ભારે મીલ ગીયરીંગ માટે કોઈ કોઈ વાર પહોળાઈ ૫ P જેટલી મોટી રાખવામાં આવે છે.

વ્હીલનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ નક્કી કરવાની રીતઃ—
ધારો કે P = દાંતાનો પીચ (સર્કયુલર પીચ), અને N = વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યા છે, અને D = વ્હીલનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ છે, તો પીચ સર્કલનો પરિધ = દાંતાની સંખ્યા × પીચ = $N \times P$ છે. પણ પીચ સર્કલનો પરિધ = પીચ સર્કલનો વ્યાસ × ૩·૧૪૧૬ = D × ૩·૧૪૧૬ છે.

ત્યારે $D \times ૩·૧૪૧૬ = N \times P$,

$$\therefore D = \frac{N \times P}{૩·૧૪૧૬},\ N = \frac{D \times ૩·૧૪૧૬}{P},$$

અને $$P = \frac{D \times ૩·૧૪૧૬}{N}$$

ધારો કે એક વ્હીલ તેના વ્યાસના દર ઈંચ દીઠ ૬ દાંતાનું હોય અથવા તેનો ડાયમેટ્રલ પીચ $\frac{૧}{૬}$ હોય, અને તેમાં દાંતાની સંખ્યા ૫૦ હોય તો તે વ્હીલનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ = $\frac{૫૦}{૬}$ = $૮\frac{૧}{૩}$ ઈંચ થશે.

ધારો કે n = પીચ સર્કલના વ્યાસના દર એક ઈંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા હોય એટલે ડાયમેટ્રલ પીચ = $\frac{૧}{n}$ થશે,

N = વ્હીલમાં દાંતાની કુલ સંખ્યા, અને D = પીચ સર્કલનો વ્યાસ હોય, તો

$$nD = N,\quad n = \frac{N}{D},\quad D = \frac{N}{n}$$

સર્કયુલર અને ડાયમેટ્રલ પીચનાં પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છેઃ-

પીચ સર્કલનો પરીધ : પીચ સર્કલનો વ્યાસ : : ૩·૧૪૧૬ : ૧

$$NP : \frac{N}{n} :: ૩·૧૪૧૬ : ૧$$

$$\therefore P : \frac{૧}{n} :: ૩·૧૪૧૬ : ૧$$

$$\therefore P \times ૧ = \frac{૧}{n} \times ૩·૧૪૧૬$$

$$\therefore P = \frac{૩·૧૪૧૬}{n}$$ = સર્કયુલર પીચ.

આ ઉપરથી માલમ પડશે કે **ડ્રાયમેટ્રલ પીચ આપેલો હોય અને તેનેજ મળતો સર્ક્યુલર પીચ શોધવો હોય તો ૩·૧૪૧૬ ને વ્યાસના દર ઇંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા વડે ભાગવાથી સર્ક્યુલર પીચ આવશે.**

દાખલો ૧—એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૩૮·૧૯ ઇંચ છે, અને પીચ ૧·૫ ઇંચ છે, તો તેમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

દાંતાની સંખ્યા × પીચ = પરિઘ.

$$\text{વ્યાસ} \times \frac{૨૨}{૭} = \text{પરિઘ.}$$

$$\therefore \text{દાંતાની સંખ્યા} \times \text{પીચ} = \text{વ્યાસ} \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\text{દાંતાની સંખ્યા} \times ૧\cdot૫ = ૩૮\cdot૧૯ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\therefore \text{દાંતાની સંખ્યા} = \frac{૩૮\cdot૧૯ \times ૨૨}{૧\cdot૫ \times ૭} = \underline{૮૦ \text{ દાંતા}}$$

દાખલો ૨—એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ છે, અને દાંતાની સંખ્યા ૭૦ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ અને સર્ક્યુલર પીચ શોધો.

$$\text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = \frac{૭૦}{૧૪} = ૫ \text{ દાંતા દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ} = \frac{૫}{૧}$$

સર્ક્યુલર પીચ $= \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{n}$, એમાં n = દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ દાંતાની સંખ્યા

$$= \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{૫}$$

$$= \underline{\cdot૬૨૮૩''} = \frac{૫}{૮} \underline{\text{ઇંચ લગભગ.}}$$

દાખલો ૩—પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ, અને ડાયમેટ્રલ પીચ $\frac{૧}{૧૦}$ ઇંચ અથવા દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ ૧૦ દાંતા છે, તો દાંતાની સંખ્યા અને સર્કમફ્રેન્શીયલ પીચ શેાધેા.

દાંતાની સંખ્યા = ૧૨ × ૧૦ = **૧૨૦**

$$\text{સર્કમફ્રેન્શીયલ પીચ} = \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{૧૦} = \cdot૩૧૪૧૬'' = \frac{૫''}{૧૬}$$

અથવા,

$$N \times P = D \times ૩\cdot૧૪૧૬$$

$$૧૨૦\ P = ૧૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬$$

$$\therefore P = \frac{૧૨ \times ૩\cdot૧૪૧૬}{૧૨૦} = \cdot૩૧૪૧૬'' = \frac{૫}{૧૬} \text{ ઇંચ}$$

દાખલો ૪—એક ચક્કરમાં ૯૦ દાંતા છે, અને દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ ૮ દાંતા અથવા ડાયમેટ્રલ પીચ $\frac{૧}{૮}$ છે, તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ શેાધેા.

$$\text{પીચ સર્કલનો વ્યાસ} = \frac{૯૦}{૮} = \underline{૧૧\cdot૨૫ \text{ ઇંચ}}$$

દાખલો ૫—સર્કયુલર પીચ ·૪૪૮૮ ઇંચ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ શેાધેા ?

$$\text{સર્કયુલર પીચ} = \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{\text{ડાયમેટ્રલ પીચ}}$$

$$\therefore \text{સર્કયુલર પીચ} \times \text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = ૩\cdot૧૪૧૬.$$

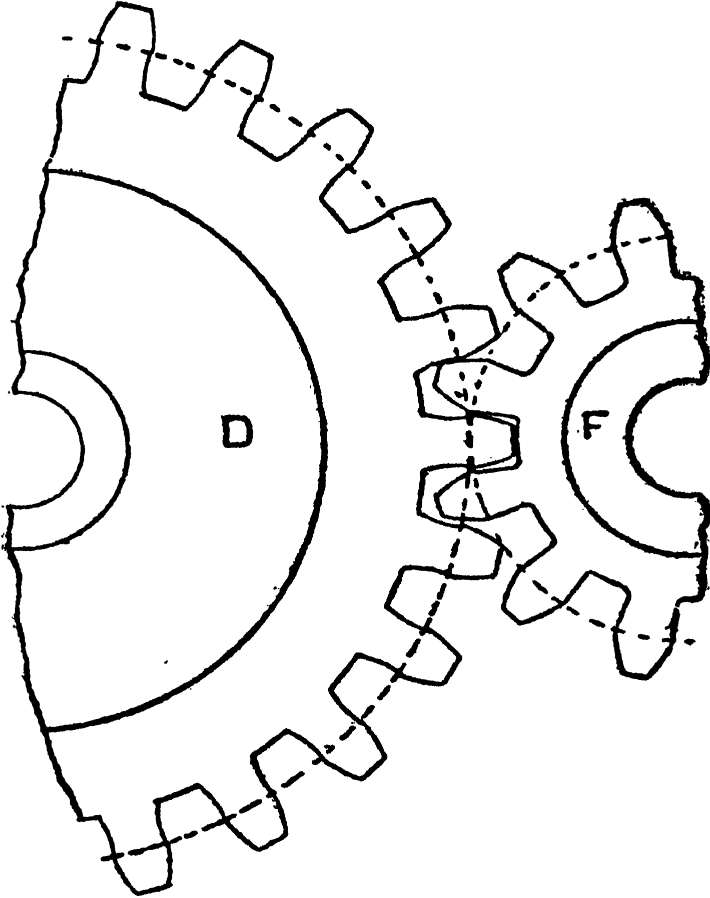
$$\therefore \text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{\text{સર્કયુલર પીચ}}$$

$$= \frac{૩\cdot૧૪૧૬}{\cdot૪૪૮૮}$$

$$= \underline{૭ \text{ દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ.}}$$

ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ (Velocity ratio of wheels)—આકૃતિ ૪માં જો ચક્કરો D અને F ગીઅરમાં હોય અને

ચક્કર Dને ગતિ આપવામાં આવે તો તે ગતિનું સંચારણ ચક્કર F ઉપર થશે, એટલે F પણ ફરવા માંડશે. એમાં D ડ્રાઈવર અને F ફોલોઅર કહેવાશે. તેમના આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સ એ પીચ લાઈનના



આકૃતિ ૪

વ્યાસોનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. પણ પીચ લાઈનના વ્યાસો તેમના દાંતાની સંખ્યાનાં પ્રમાણમાં છે, માટે આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સ એ દાંતાની સંખ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. એનો અર્થ એમ થાય છે કે જો એક

વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા બીજાં કરતાં વધુ હેાય તેા તે મેાટાં વ્હીલના આંટા બીજાં નાનાં વ્હીલના આંટા કરતાં પ્રમાણમાં એાછા થશે.

ધારેાકે, D = વ્હીલ Dમાં દાંતાની સંખ્યા,

F = વ્હીલ Fમાં દાંતાની સંખ્યા,

N_D = વ્હીલ Dના આંટાની સંખ્યા,

અને, N_F = તેટલાજ વખતમાં વ્હીલ Fના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે $N_D : N_F :: F : D$,

$\therefore D \times N_D = F \times N_F$,

$D = \frac{FN_F}{N_D}$, $N_D = \frac{FN_F}{D}$, $F = \frac{DN_D}{N_F}$, અને

$N_F = \frac{DN_D}{F}$

દાંતાવાળાં ચક્કરેામાં મેાટાં ચક્કરને વ્હીલ (Wheel) અને નાનાં ચક્કરને પીનીઅન (pinion) કહેવામાં આવે છે.

દાખલેા ૬—એક એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં એક દાંતાનાં ચક્કરમાં ૧૮૦ દાંતા છે જે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે. આ ચક્કરની મદદ વડે બીજી શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાની છે, તેા તે શાફ્ટ ઉપર કેટલા દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે ?

$D : F :: N_F : N_D$

$\therefore DN_D = FN_F$

$૧૮૦ \times ૧૨૦ = F \times ૨૦૦$

$\therefore F = \frac{૧૮૦ \times ૧૨૦}{૨૦૦}$

= ૧૦૮ દાંતાનું ચક્કર

દાખલો ૭—એક મશીનમાં બે શાફ્ટનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૬ ઈંચ છે અને તેઓને દાંતાનાં ચક્કરો વડે એવી રીતે જોડેલી છે કે તેઓમાંનું એક જે ડ્રાઈવર છે તે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા અને બીજું જે ફોલોઅર છે તે તેટલાજ વખતમાં ૬૦ આંટા ફરે છે, તો બે ચક્કરોના પીચ સર્કલના વ્યાસ શોધો.

બન્ને ચક્કરોનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યાનો સરવાળો = ૬ ઈંચ.

∴ તેમના વ્યાસોનો સરવાળો = ૬ × ૨ = ૧૨ ઈંચ.

$N_D : N_F$: : ૧૦૦ : ૬૦

: : ૫ : ૩

ડ્રાઈવરનો વ્યાસ : ફોલોઓરનો વ્યાસ : : ૩ : ૫

∴ વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૩ + ૫ = ૮

૮″ : ૧૨″ : : ૩″ : ડ્રાઈવરનો વ્યાસ

∴ ડ્રાઈવરનો વ્યાસ = $\frac{૧૨ \times ૩}{૮}$ = ૪·૫ ઈંચ

૮″ : ૧૨″ : : ૫″ : ફોલોઅરનો વ્યાસ

∴ ફોલોઅરનો વ્યાસ = $\frac{૧૨ \times ૫}{૮}$ = ૭·૫ ઈંચ

દાખલો ૮—ઉપલા દાખલામાં આપેલાં મશીનમાં શાફ્ટોને અનુક્રમે ૧૨૦ અને ૮૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, અને ઉપલા દાખલાના જેટલોજ પીચ લેવાનો છે, તો આ નવી રચનામાં ચક્કરોમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી રાખવી જોઇશે ?

શાફ્ટોનાં મધ્યોનાં સ્થાનમાં કશો પણ ફેરફાર થતો નથી, માટે એતો નક્કી છે કે નવી રચનામાં બન્ને ચક્કરોમાંના દાંતાનો સરવાળો ઉપલા દાખલાનાં ચક્કરોનાં જેટલોજ એટલે ૧૦૦ + ૬૦ = ૧૬૦ રાખવો જોઈશે.

આંટાનું પ્રમાણ = ૧૨૦ : ૮૦ = ૩ : ૨

∴ દાંતાનું પ્રમાણ = ૨ : ૩

દાંતાનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૨ + ૩ = ૫

૫ : ૧૬૦ : : ૨ : વધારે ઝડપે ફરતાં **ચક્કરમાં** દાંતા

∴ ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા =

$$= \frac{૧૬૦ \times ૨}{૫} = \underline{૬૪ \text{ દાંતા}}$$

૫ : ૧૬૦ : : ૩ : ઓછી ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતા.

∴ ૮૦ આંટાની ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા =

$$= \frac{૧૬૦ \times ૩}{૫} = \underline{૯૬ \text{ દાંતા}}$$

દાખલો ૯—આશરે ૪ ફુટને અંતરે આવેલી બે શાફ્ટોને દાંતાનાં ચક્કરો વડે જોડવાની છે. ગતિનું પ્રમાણ ૫ : ૩ છે, તો ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના બરાબર ખરા વ્યાસ અને તેમના દાંતાની સંખ્યા શોધો ? પીચ ૧$\frac{૧}{૪}$ ઇંચનો છે. વળી બન્ને શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનાં આપેલાં અંતરમાં કેટલો ફરક પડશે તે જણાવો ?

ચક્કરોનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યાનો સરવાળો ૪ ફુટ = ૪ × ૧૨
= ૪૮ ઇંચ છે.

∴ તેમના વ્યાસોનો સરવાળો = ૪૮ × ૨ = ૯૬ ઇંચ.

ગતિનું પ્રમાણ ૫ : ૩ છે.

∴ વ્યાસોનું પ્રમાણ = ૩ : ૫

વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૩ + ૫ = ૮

૮ : ૯૬" : : ૩ : વધારે ઝડપે ફરતાં એટલે નાનાં ચક્કરનો વ્યાસ.

$$∴ \text{ નાનાં ચક્કરનો વ્યાસ} = \frac{૯૬ \times ૩}{૮} = \underline{૩૬ \text{ ઇંચ વ્યાસ}}$$

૮ : ૯૬" : : ૫ : : ઓછી ઝડપે ફરતાં એટલે મોટાં ચક્કરનો વ્યાસ.

$$∴ \text{ મોટાં ચક્કરનો વ્યાસ} = \frac{૯૬ \times ૫}{૮} = \underline{૬૦ \text{ ઇંચ વ્યાસ}}$$

$$\text{દાંતાની સંખ્યા} \times \text{પીચ} = \text{પરિધ}$$

$$N \times \text{૧}\tfrac{\text{૧}}{\text{૨}} = \text{૬૦} \times \tfrac{\text{૨૨}}{\text{૭}}$$

$$\therefore N = \text{૬૦} \times \tfrac{\text{૨૨}}{\text{૭}} \times \tfrac{\text{૨}}{\text{૩}} = \text{૧૨૫·૭}$$

$$= \underline{\text{૧૨૫ દાંતા ૬૦}'' \text{ વ્યાસવાળાં ચક્કરમાં}}$$

$$\text{૩} : \text{૫} :: n : \text{૧૨૫}$$

$$\therefore n = \frac{\text{૩} \times \text{૧૨૫}}{\text{૫}}$$

$$= \underline{\text{૭૫ દાંતા ૩૬}'' \text{ વ્યાસવાળાં ચક્કરમાં}}$$

$$\text{પીચ} \times \text{દાંતાની સંખ્યા} = \text{પીચ સર્કલનો વ્યાસ} \times \tfrac{\text{૨૨}}{\text{૭}}$$

$$\therefore \text{પીચ સર્કલનો ખરો વ્યાસ} = \frac{\text{પીચ} \times \text{દાંતાની સંખ્યા}}{\tfrac{\text{૨૨}}{\text{૭}}}$$

$$= \tfrac{\text{૩}}{\text{૨}} \times \text{૧૨૫} \times \tfrac{\text{૭}}{\text{૨૨}}$$

$$= \underline{\text{૫૯·૬૫}\dot{\text{૯}}\dot{\text{૦}} \text{ ઇંચ}}$$

$$\text{પીચ સર્કલનો ખરો વ્યાસ} = \tfrac{\text{૩}}{\text{૨}} \times \text{૭૫} \times \tfrac{\text{૭}}{\text{૨૨}}$$

$$= \underline{\text{૩૫·૭૯}\dot{\text{૫}}\dot{\text{૪}} \text{ ઇંચ}}$$

$$\text{બન્ને શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનું ખરેખરૂં અંતર} =$$

$$= \frac{\text{૫૯·૬૫}\dot{\text{૯}}\dot{\text{૦}}}{\text{૨}} + \frac{\text{૩૫·૭૯}\dot{\text{૫}}\dot{\text{૪}}}{\text{૨}} = \text{૪૭·૭}\dot{\text{૨}}\dot{\text{૭}}.$$

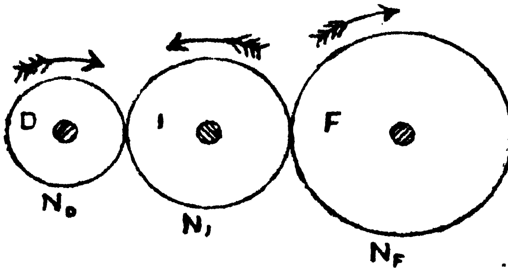
પણ આપેલું અંતર ૪૮ ઇંચ છે, માટે

$$\text{તફાવત} = \text{૪૮} - \text{૪૭·૭}\dot{\text{૨}}\dot{\text{૭}}$$

$$= \underline{\text{૦·}\dot{\text{૨}}\dot{\text{૭}} \text{ ઇંચ}}$$

આઇડલ વ્હીલ્સ (Idle Wheels)—જો એક દાંતાનું ચક્કર બીજાં દાતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅરમાં એટલે જોડાણમાં હોય અને એક ચક્કરને ગતિ આપવામાં આવે એટલે ફેરવવામાં આવે તો બીજું ચક્કર તેનાથી ઉલટી દિશામાં ફરશે. જો બન્ને ચક્કરોને એકજ દિશામાં

ફેરવવાની જરૂર હોય તો તે બે ચક્કરોની વચ્ચે એક વચગાળેની શાફ્ટ ઉપર એક બીજું વ્હીલ આપવું જોઈએ કે જે આ બન્ને ચક્કરો સાથે ગીઅરમાં હોય. આ આકૃતિ ૫ માં દર્શાવ્યું છે. એમાં ચક્કર D અને F બન્ને એકજ દિશામાં ફરશે. ચક્કરો D, I, અને Fના પરિઘની ગતિ એકજ સરખી થશે.



આકૃતિ ૫

ત્યારે $DN_D = IN_I$

અને $IN_I = FN_F$ છે.

ઉપર આપેલા ઇકિવેશનની ડાબી બાજુઓનો અને જમણી બાજુઓનો ગુણાકાર કરતાં

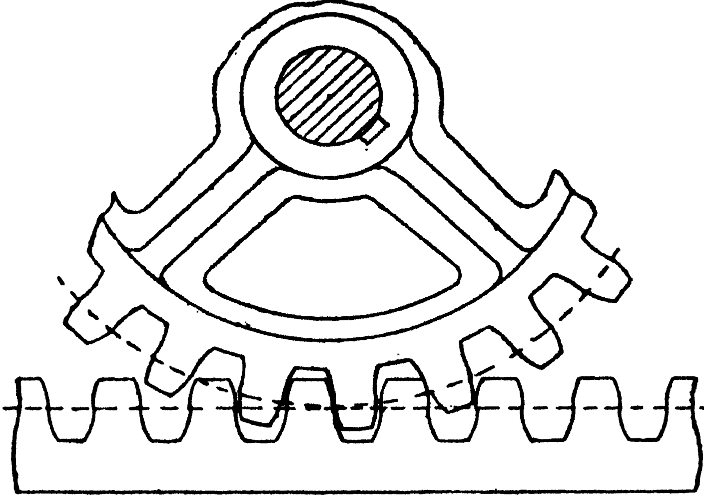
$$DN_D \times IN_I = IN_I \times FN_F$$

$$\therefore DN_D = FN_F.$$

જો ચક્કર D ને F સાથે સીધું ગીઅર કરવામાં આવે તો આપણને $DN_D = FN_F$ મળશે. તેટલા માટે વચગાળેનું ચક્કર I ગતીનાં પ્રમાણ ઉપર કશી પણ અસર કરતું નથી, પણ આકૃતિ ૫ માં દેખાડયા પ્રમાણે માત્ર ફરવાની દિશા બદલે છે. પહેલું અને છેલ્લું વ્હીલ એકજ દિશામાં ફરે છે અને વચગાળેનું વ્હીલ માત્ર ગતિ લઈ જનાર તરીકે કાર્ય કરે છે. આ વચગાળેનું વ્હીલ ગતિનાં પ્રમાણમાં કશો પણ ફેરફાર કરતું નથી તેથી તેને **"આઈડલ વ્હીલ" (idle wheel)** કહે છે. એજ પ્રમાણે આપણે આઇડલ વ્હીલ્સની ગમે એટલી સંખ્યા ડ્રાઈવર અને ફોલોઅરનાં ગતિનાં પ્રમાણને કશીપણ અસર કર્યા સિવાય વાપરી શકીએ.

રૅક અને પીનીઅન (rack and pinion)—જો એક લોઢાના સીધા સળીઆ ઉપર તેની એક બાજુએ દાંતા કાપેલા હોય

તો તે સળીઆને "રેક" કહેવામાં આવે છે. તેટલા માટે રેકને અણુ-હદ ત્રિજ્યાવાળાં અથવા અસંખ્ય દાંતાવાળાં ચક્કર તરીકે ગણવામાં આવે છે. જ્યારે રેક સાથે તેના જેટલાજ પીચવાળું એક પીનીઅન ગીઅર કરેલું હોય છે ત્યારે તે બન્ને મળીને એક ઉપયોગી જોડાણ બને છે જેને "**રેક અને પીનીઅન**" કહેવામાં આવે છે. આ આકૃતિ ૬માં બતાવ્યું છે. રેક અને પીનીઅન વડે પીનીઅનની ગોળ



આકૃતિ ૬

ગતિનું રેકની સીધી લીટીની ગતિમાં રૂપાંતર થાય છે. રેક અને પીનીઅન પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને અને મોટી કરવતીની બેંચને આમ તેમ ચલાવવા માટે તેમજ શેપીંગ અને ડ્રીલીંગ મશીનની ટેબલને તથા નહેર માટેના બંધ અથવા બંધારા (dam)માં આવતા સ્લુસને ઉપર નીચે ચલાવવા માટે વપરાય છે.

રેક અને પીનીઅન તેના હાથા સાથે વ્હીલ અને એકસલનું અથવા લીવર અને વિંચ બેરલનું એક રૂપાંતર અથવા સ્વરૂપ બને છે, જેમાં રેક વડે કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનાં વજનને હાથા ઉપર લાગુ પાડેલાં જોર વડે દુર કરવામાં આવે છે. હાથાનો

દરેક આંટો પીનીઅનને ફેરવે છે અને પરિણામે રેકને પીનીઅનનાં પીચ સર્કલના પરિઘની બરાબરનાં સીધી લીટીમાંનાં અંતરે ચલાવે છે. તેટલા માટે મોમેન્ટના અને કામના નિયમો જે રીતે વ્હીલ અને એક્સલને તથા વિંચને લાગુ પાડવામાં આવ્યા છે તેજ રીતે રેક અને પીનીઅનને પણ લાગુ પાડી શકાય છે.

જો P = હાથા ઉપર લાગુ પાડેલું જોર પૈાંડમાં,

R = જે વર્તુલમાં હાથો ફરે છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા ઈંચમાં,

r = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા ઈંચમાં,

W = વજન અથવા રેકનાં પોતાનાં વજન સાથે દુર કરવામાં આવતો અવરોધ પૈાંડમાં,

ત્યારે લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times R = W \times r$$

અને કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times R \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} = W \times r \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\therefore P \times R = W \times r$$

અને થીઅરેટીકલ મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ એટલે

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{R}{r} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}}$$

જો E = રેક અને પીનીઅનની રચનાની એફીશીઅન્સી હોય તો

$$P \times R \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times E = W \times r \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$P \times R \times E = W \times r$$

$$\therefore \text{વ્યવહારીક યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{RE}{r}$$

$$= \frac{P\text{ની ગતિ} \times \text{એફીશીઅન્સી}}{W\text{ની ગતિ}}$$

દાખલો ૧૮—એક રેક અને પીનીઅનમાં પીનીઅનમાંનું વર્તુલ કે જે ઉપરથી રેકના દાંતા ઉપર દબાણનું સંચારણ કરવામાં આવે છે તેનો વ્યાસ એટલે પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૦ ઇચ છે, તો આ પીનીઅનને ૫ આંટા ફેરવવામાં આવે તો રેક કેટલો આગળ ચાલશે ?

પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો પરિઘ.

∴ પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ = ૧૦ × ૩·૧૪૧૬

∴ પીનીઅનના ૫ આંટામાં રેકની ચાલ = ૧૦ × ૩·૧૪૧૬ × ૫
= ૧૫૭·૦૮ ઈંચ

દાખલો ૧૧—૩·૨ ઈંચ વ્યાસનું એક પીનીઅન સ્લુસગેટને લાગુ પાડેલા એક ઈંચ પીચવાળા રેક સાથે ગીઅર થાય છે. તે પીનીઅનને ૧૨·૮ ઈંચ લાંબા હાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો સ્લુસ અને રેકનું કુલ વજન ૧૦૦ પૌંડ હોય તો તે સ્લુસગેટને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? વળી હાથાને ૬ આંટા ફેરવવાથી સ્લુસ કેટલા ફુટ ઉંચકાશે?

કામના નિયમ પ્રમાણે—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

P × Pની ગતિ = W × Wની ગતિ

પીનીઅનના એક આંટામાં Pની ગતિ = $૧૨·૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭}$ અને તેટલાજ વખતમાં Wની ગતિ = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો પરિઘ
$= ૩·૨ \times \frac{૨૨}{૭}$.

$$\therefore P \times ૧૨·૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} = ૧૦૦ \times ૩·૨ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$P \times ૧૨·૮ \times ૨ = ૧૦૦ \times ૩·૨$$

$$\therefore P = \frac{૧૦૦ \times ૩·૨}{૧૨·૮ \times ૨} = \underline{૧૨·૫ \text{ પૌંડ}}$$

પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો પરિઘ = $૩·૨ \times \frac{૨૨}{૭}$

$$\therefore \text{૬ આંટામાં રેકની ચાલ} = \frac{૩·૨}{૧૨} \times \frac{૨૨}{૭} \times ૬ = \underline{૫ \text{ ફુટ}}$$

દાખલો ૧૨—ઉપલા દાખલામાં જો રેક અને પીનીઅનની એફીશીઅન્સી ·૮ હોય તો સ્લુસગેટને ઉપાડવા માટે હાથાન છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

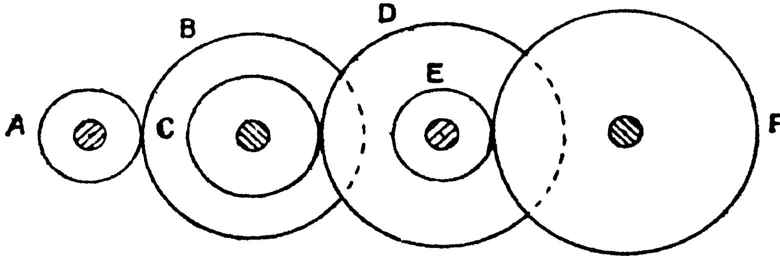
$$P \times P\text{ની ગતિ} \times \text{એફીશીઅન્સી} = W \times W\text{ની ગતિ}$$

$$P \times ૧૨\cdot૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \cdot૮ = ૧૦૦ \times ૩\cdot૨ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$P \times ૧૨\cdot૮ \times ૨ \times \cdot૮ = ૧૦૦ \times ૩\cdot૨$$

$$\therefore P = \frac{૧૦૦ \times ૩\cdot૨}{૧૨\cdot૮ \times ૨ \times \cdot૮} = \underline{૩૧\cdot૨૫ \text{ પૌંડ}}$$

ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ અથવા વ્હીલ ટ્રેન (ચક્રોની હાર અથવા સમૂહ)—જો સંખ્યાબંધ દાંતાનાં ચકકરો આકૃતિ ૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે એક બીજાનાં જોડાણમાં મુકવામાં આવે તો તેમને કેટલીકવાર **"ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ"** કહે છે. પણ જ્યાં અતિશય મોટું ગતિનું પ્રમાણ જોઈતું હોય ત્યાં એક કરતાં વધુ દાંતાનાં ચકકરોની જોડીઓ આકૃતિ ૭માં દેખાડેલી રચના મુજબ વપરાય છે તે રચનાને ખાસ કરીને **"ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ" (train of wheels)** કહે છે.



આકૃતિ ૭

આપણે આગળ શીખી ગયા તેમ ડ્રાઈવરના દાંતાની સંખ્યા × તેના આંટા = ફોલોઅરનાં દાંતાની સંખ્યા × તેના આંટા. આ ઉપરથી એમ જણાશે કે ડ્રાઈવર અને ફોલોઅરની ઝડપ વચ્ચે થતો ફેરફાર ડ્રાઈવર અને ફોલોઅરના દાંતાની સંખ્યા વચ્ચેનાં પ્રમાણ ઉપર આધાર રાખે છે. વ્યવહારમાં ચક્રરના દાંતાની સંખ્યાને હદ હોય છે, માટે જ્યાં વધુ સંખ્યાના દાંતાવાળાં ચક્રરો મળી શકતાં ન હોય અને ગતિનું પ્રમાણ અતિશય મોટું હોય ત્યાં એક કરતાં વધુ દાંતાનાં ચક્રરોની જોડીઓ એટલે "ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ" વાપરવી પડે છે.

ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સની રચના આકૃતિ ૭માં બતાવી છે, એમાં દાંતાનાં ચક્કરોને તેમનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવ્યાં છે. A, C, અને E ડાઇવર છે, અને B, D, અને F ફોલોઅર છે. આકૃતિમાં જોતાં જણાશે કે પહેલી અને છેલ્લી ધરી ઉપર માત્ર એકજ ચક્કર છે, અને સઘળી વચગાળેની ધરીઓ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસનાં બે ચક્કરો છે.

ધારોકે જુદાં જુદાં ચક્કરોમાંના દાંતાની સંખ્યાને A, B, C, D, E, અને F વડે દર્શાવીએ, અને તેમનાં આંટાની સંખ્યા અનુક્રમે R_A, R_B, R_C, R_D, R_E, અને R_F વડે દર્શાવીએ, તો આપેલા વખતમાં જુદી જુદી દાંતાની જોડીઓનાં ગતિનાં પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—

$R_A : R_B :: B : A,$

$R_C : R_D :: D : C,$

અને $R_E : R_F :: F : E,$

અથવા, $\frac{R_B}{R_A} = \frac{A}{B}$, $\frac{R_D}{R_C} = \frac{C}{D}$, અને $\frac{R_F}{R_E} = \frac{E}{F}$

ધારોકે ચક્કર A અમુક વખતમાં એક આંટો ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ચક્કર Bના આંટા $= \frac{1 \times A}{B}$; અને ચક્કર C એ Bનીજ ધરી ઉપર બેસાડેલું હોવાથી Cના આંટા $= \frac{A}{B}$ છે. ચક્કર Dના આંટા $= \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$ છે; અને ચક્કર E કે જેને Dની ધરી ઉપર બેસાડેલું છે તે પણ $\frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$ જેટલાજ આંટા ફરશે. ચક્કર Fના આંટા $= \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F}$ છે.

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{આપેલા વખતમાં છેલ્લાં વ્હીલના આંટા}}{\text{તેટલાજ વખતમાં પહેલાં વ્હીલના આંટા}}$$

અથવા,

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{પહેલાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{છેલ્લાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

એને "**વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન**" કહેવામાં આવે છે, અને તેને **e** અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

ત્યારે ઉપલી ટ્રેન ઑફ વ્હીલ્સમાં ગતિનું પ્રમાણ અથવા વેલ્યુ

$$\text{ઑફ ટ્રેન } e = \frac{\text{અમુક વખતમાં F ના આંટા}}{\text{તેટલાજ વખતમાં A ના આંટા}}$$

$$= \frac{\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F}}{૧} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F}$$

આ ઉપરથી માલમ પડશે કે વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન **e** = સઘળા ડ્રાઇવરના દાંતાના ગુણાકારને સઘળા ફૉલોઅરના દાંતાના ગુણાકાર વડે ભાગવા, અથવા તો દાંતાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં આંટા હોય છે, તેથી સઘળા ફૉલોઅરના આંટાના ગુણાકારને સઘળા ડ્રાઇવરના આંટાના ગુણાકાર વડે ભાગવા.

ઉપર જે પરિણામ મળ્યું છે તેનો ઉપયોગ દર્શાવવા માટે આપણે દાંતાની સંખ્યા ધારણ કરીએ કે જેથી વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન મળે. એ સંખ્યા અનુક્રમે A = ૧૨, B = ૮૦, C = ૧૫, D = ૯૦, E = ૨૦, અને F = ૧૨૦ છે, તો

$$\text{વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન } e = \frac{૧૨ \times ૧૫ \times ૨૦}{૮૦ \times ૯૦ \times ૧૨૦} = \frac{૧}{૨૪૦},$$

એટલે છેલ્લું વ્હીલ F જો એક આંટો ફરે, તો પહેલું વ્હીલ A તેટલાજ વખતમાં ૨૪૦ આંટા ફરશે, અથવા જો ડ્રાઇવર Aમાં એક દાંતો હોય તો ફૉલોઅર Fમાં ૨૪૦ દાંતા હશે. જો Fને પહેલું ડ્રાઇવર અને Aને છેલ્લું ફૉલોઅર લઈએ, એટલે F, D, અને

Bને ડ્રાઇવર તરીકે લઈએ, અને E, C, અને Aને ફૉલોઅર તરીકે લઈએ તો વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન $e = \frac{F}{E} \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A} =$

$$\frac{૧૨૦ \times ૯૦ \times ૮૦}{૨૦ \times ૧૫ \times ૧૨} = \frac{૨૪૦}{૧}.$$

આ પ્રમાણે જોતાં જણાય છે કે માત્ર એક ડ્રાઈવર અને એક ફૉલોઅર સાથે સરખાવતાં બે વધારાની ધરી અને ચાર વધારાનાં ચક્રો વાપરીને વેગનું પ્રમાણ ઘણુંજ વધારી શકાય છે, જેમકે અત્રે પહેલાં ડ્રાઈવર કરતાં છેલ્લાં ફૉલોઅરનો વેગ ૨૪૦ ગણો વધારી શકાય છે.

આ ઉપરથી આપણને માલમ પડશે કે અમુક વખતમાં પહેલાં વ્હીલ અથવા પહેલાં ડ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા × સઘળાં ડ્રાઈવર્સનો ગુણાકાર = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં વ્હીલ અથવા છેલ્લાં ફૉલોઅરના આંટાની સંખ્યા × સઘળાં ફૉલોઅર્સનો ગુણાકાર, અથવા

$$N_D \times A \times C \times E = N_F \times B \times D \times F,$$

એમાં N_D = પહેલાં ડ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા, અને N_F = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં ફૉલોઅરના આંટાની સંખ્યા.

ધારોકે ઉપર આપેલા દાખલામાં પહેલું ડ્રાઈવર એક મીનીટમાં ૧૨૦૦ આંટા ફરે છે, તો છેલ્લાં ફલોઅરના આંટા તેટલાજ વખતમાં શોધવા માટે—

$$૧૨૦૦ \times ૧૨ \times ૧૫ \times ૨૦ = N_F \times ૮૦ \times ૯૦ \times ૧૨૦.$$

$$\therefore\ N_F = \frac{૧૨૦૦ \times ૧૨ \times ૧૫ \times ૨૦}{૮૦ \times ૯૦ \times ૧૨૦} = \underline{\text{૫ આંટા}}$$

દાખલો ૧૩—વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન $e = \frac{૧૮૯૦}{૧}$ છે, તો મોટામાં મોટું ૧૨૦ દાંતાનું વ્હીલ અને નાનામાં નાનું ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન લઈ ટ્રેન ઑફ વ્હીલ્સ ગોઠવો, તેમજ કેટલી શાફ્ટ વપરાશે તે જણાવો.

વેલ્યુ ઑફ ટ્રેન $e = \frac{૧૮૯૦}{૧}$ છે, એટલે જો ડ્રાઈવર અમુક વખતમાં એક આંટો ફરે છે તો ફૉલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૧૮૯૦

આંટા ફરશે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જો ડ્રાઇવરમાં ૧૮૯૦ દાંતા હોય તો ફોલોઅરમાં એક દાંતો જોઈશે.

જો આપણે આપેલા દાંતાનાં વ્હીલ અને પીનીઅનની એક જોડી વાપરીએ તો વધુમાં વધુ વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન $\frac{૧૨૦}{૧૨} = \frac{૧૦}{૧}$ આપણને મળશે. આપેલી વેલ્યુ ઓફ ટ્રેનને હવે તેના અવયવો (factors)માં છુટી પાડવી જોઈએ કે જે અવયવો $\frac{૧૦}{૧}$થી વધુ હોવા જોઇએ નહીં, કારણ કે અંશ (nominator) અને છેદ (denominator) વચ્ચેનું પ્રમાણ વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યા અને પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા વચ્ચેનું પ્રમાણ દર્શાવે છે; ત્યારે, $\frac{૧૮૯૦}{૧} = \frac{૬૩}{૧} \times \frac{૩૦}{૧} = \frac{૯}{૧} \times \frac{૭}{૧} \times \frac{૧૦}{૧} \times \frac{૩}{૧}$

જો પહેલા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૨ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા = ૯ × ૧૨ = ૧૦૮ આવશે. બીજા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૫ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા = ૭ × ૧૫ = ૧૦૫ આવશે. ત્રીજા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૨ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા ૧૦ × ૧૨ = ૧૨૦ આવશે. તેજ પ્રમાણે ચોથા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૨૦ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા = ૩ × ૨૦ = ૬૦ આવશે. ત્યારે મળી શકિત વ્હીલની ટ્રેન નીચે પ્રમાણે આવશે:—

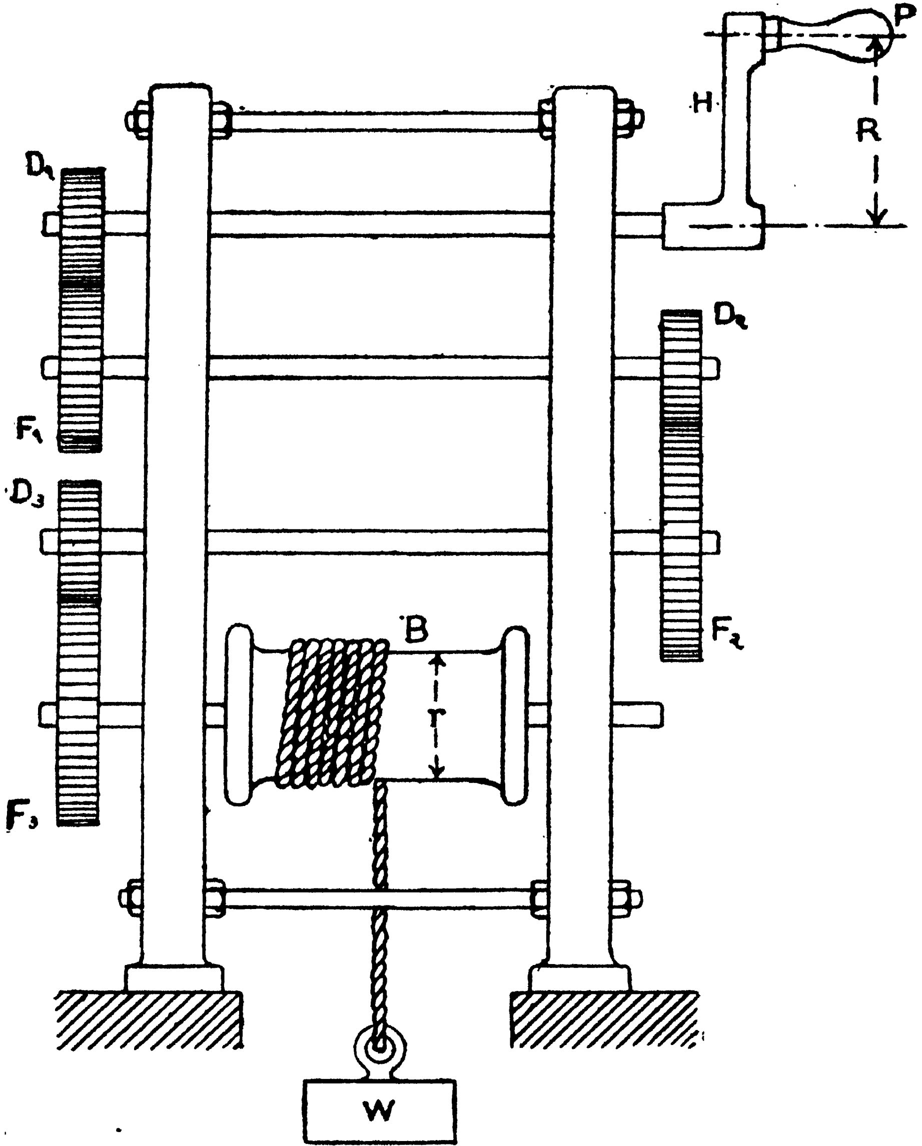
$$\frac{૧૦૮}{૧૨} \times \frac{૧૦૫}{૧૫} \times \frac{૧૨૦}{૧૨} \times \frac{૬૦}{૨૦}$$

અથવા,

$$\frac{૧૮૯૦}{૧} = \frac{૯}{૧} \times \frac{૭}{૧} \times \frac{૬}{૧} \times \frac{૫}{૧} = \frac{૧૦૮}{૧૨} \times \frac{૧૦૫}{૧૫} \times \frac{૯૦}{૧૫} \times \frac{૧૦૦}{૨૦}$$

વ્હીલ ગીયરીંગ (ચક્કામ)ને લાગુ પાડવામાં આવતો કામનો નિયમ—આ સમજાવવા માટે આકૃતિ ૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે વિંચ સાથે ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સનો ઉપયોગ કરીએ, તો કામના નિયમ પ્રમાણે હાથાને લાગુ પાડેલું જોર × તે જોર જે અંતરે કાર્ય કરે તે અંતર = ઉપાડવાનું વજન × જે અંતરે તે વજનને ઉપાડવામાં આવે તે અંતર.

ધારોકે P = હાથા H ને લાગુ પાડેલું જોર પૌંડમાં, R = જે ત્રિજ્યાએ જોર કાર્ય કરે છે તે ત્રિજ્યા અથવા જે વર્તુલમાં P ફરે



આકૃતિ ૮

છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા, W = બેરલ ઉપર લપેટવામાં આવતાં દોરડાં વડે ઉપાડવામાં આવતું વજન પૈાંડમાં, r = જે ત્રિજ્યાએ W કાર્ય કરે છે તે ત્રિજ્યા અથવા બેરલની ત્રિજ્યા.

$D_૧, D_૨, D_૩$ = ડ્રાઇવિરનાં પીચ સર્કલના વ્યાસેા

$F_૧, F_૨, F_૩$ = ફોલેાઅરનાં પીચ સર્કલના વ્યાસેા

$N_{D_૧}$ = અમુક વખતમાં પહેલાં ડ્રાઇવિર $D_૧$ના એટલે હાથાના આંટાની સંખ્યા.

$N_{F_૩}$ = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં ફોલેાઅર $F_૩$ એટલે બેરલ Bના આંટાની સંખ્યા.

અમુક વખતમાં બેરલ B એટલે છેલ્લાં ફોલેાઅર $F_૩$ને એક આંટેા ફેરવવા માટે પહેલાં ડ્રાઇવિર $D_૧$ એટલે હાથા Hને ફેરવવા પડતા આંટાની સંખ્યા શેાધવા માટે—

$$N_{F_૩} \times F_૧ \times F_૨ \times F_૩ = N_{D_૧} \times D_૧ \times D_૨ \times D_૩$$

$$૧ \times F_૧ \times F_૨ \times F_૩ = N_{D_૧} \times D_૧ \times D_૨ \times D_૩$$

$$\therefore N_{D_૧} = \frac{૧ \times F_૧ \times F_૨ \times F_૩}{D_૧ \times D_૨ \times D_૩}$$

બેરલના એક આંટા માટે Wનેા ઉપાડ = બેરલનેા પરિઘ = $r \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧$

અને તેટલાજ વખતમાં P વડે પસાર થતું અંતર =

$$= R \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{F_૧ \times F_૨ \times F_૩}{D_૧ \times D_૨ \times D_૩}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times P \text{ વડે પસાર થતું અંતર} = W \times W\text{નેા ઉપાડ.}$$

$$P \times R \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{F_૧ \times F_૨ \times F_૩}{D_૧ \times D_૨ \times D_૩} = W \times r \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧$$

$$\therefore P \times R \times \frac{F_૧ \times F_૨ \times F_૩}{D_૧ \times D_૨ \times D_૩} = W \times r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{R \times F_૧ \times F_૨ \times F_૩}{r \times D_૧ \times D_૨ \times D_૩}$$

દાખલો ૧૪—આકૃતિ ૮માં બતાવેલાં એક કમ્પાઉન્ડ વિંચ અથવા ક્રેબના હાથા ઉપર એક માણસ ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી બેરલ ઉપરથી લટકાવેલાં દોરડાંને છેડે બાંધેલાં વજનને ઉંચકે છે. જો હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ હોય, બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ હોય, અને દાંતાનાં ચક્રોની જોડીમાં ડ્રાઇવરના વ્યાસો અનુક્રમે ૫ ઇંચ, ૬ ઈંચ, અને ૮ ઈંચ, અને ફોલોઅરના વ્યાસો ૧૫ ઇંચ, ૨૪ ઇંચ, અને ૪૦ ઈંચ હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે તે શોધો.

બેરલનો એટલે છેલ્લાં ફોલોઅરનો એક આંટો ફેરવવા માટે હાથાને એટલે પહેલાં ડ્રાઇવરને ફેરવવા જોઈતા આંટા $N_{D_1} = \frac{1 \times F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3}$

$$= \frac{૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦}{૫ \times ૬ \times ૮}$$

બેરલ એક આંટો ફરે તે અરસા દરમ્યાન Pની ગતિ =

$$= ૧૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦}{૫ \times ૬ \times ૮},$$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ $= ૫ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧.$

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

P × Pની ગતિ = W × Wની ગતિ

$$૩૦ \times ૧૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦}{૫ \times ૬ \times ૮} = W \times ૫ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧$$

$$\therefore W = \frac{૩૦ \times ૧૮ \times ૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦}{૫ \times ૬ \times ૮ \times ૫ \times ૧} = \underline{૬૪૮૦ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૫—જો ઉપર આપેલા દાખલામાં વિંચની એફીશીઅન્સી ૬૫ ટકા હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

$$૧૦૦ : ૬૫ :: ૬૪૮૦ : W$$

$$\therefore W = \frac{૬૪૮૦ \times ૬૫}{૧૦૦} = \underline{૪૨૧૨ \text{ પૌંડ}}$$

અથવા,

$$૩૦ \times ૧૮ \times \frac{૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦}{૫ \times ૬ \times ૮} \times \frac{૬૫}{૧૦૦} = W \times ૫ \times ૧$$

$$\therefore W = \frac{૩૦ \times ૧૮ \times ૧ \times ૧૫ \times ૨૪ \times ૪૦ \times ૬૫}{૫ \times ૬ \times ૮ \times ૧૦૦ \times ૫ \times ૧} = \underline{૪૨૧૨ \text{ પૌંડ}}$$

એકસરસાઇઝ ૨૭.

૧. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા ૯૦ છે અને તેનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ છે, તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ શોધો.

૨. એક સ્પર વ્હીલ એટલે દાંતાનાં ચક્કરનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૯ ફુટ ૩·૩૬ ઇંચ છે, અને પીચ ૧$\frac{૩}{૪}$ ઇંચ છે, તો તે ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

૩. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૬$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ છે, અને દાંતાની સંખ્યા ૭૫ છે, તો "ડાયમેટ્રલ પીચ" અને "સર્કયુલર પીચ" શોધો.

૪. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા ૬૦ છે અને ડાયમેટ્રલ પીચ દર ઇંચે વ્યાસ દીઠ ૮ અથવા $\frac{૧}{૮}$ ઇંચ છે તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક સ્પર વ્હીલમાં સર્કયુલર પીચ ·૪૪૮૮ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ શોધો.

૬. એક લેથની મેન્ડ્રીલ ઉપરથી તેના લીડીંગ સ્ક્રુને દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડીની મદદ વડે ગતિ આપવામાં આવે છે. મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાવાળું ચક્કર ચાવી વડે સજ્જડ કરેલું છે. મેન્ડીલ દર મીનીટે ૧૬૦ આંટા ફરે છે, અને લીડીંગ સ્ક્રુને તેટલાજ વખતમાં ૪૦ આંટા ફેરવવાના છે, તો લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર કેટલા દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે ?

૭. એક લેથમાં તેની મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું એક ચક્કર બેસાડેલું છે, અને તેની સાથે ગીઅર થતું ૧૧૦ દાંતાનું બીજું ચક્કર

લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલું છે. જો મેન્ડ્રીલ દર મીનીટે ૧૬૫ આંટા ફરે તો લીડીંગ સ્ક્રુ તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે?

૮. ઉપલા દાખલામાં મેન્ડ્રીલ અને લીડાંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ચક્કરોની વચ્ચે ૮૦ દાંતાનું ત્રીજું ચક્કર એક સ્વતંત્ર ધરી ઉપર બેસાડી બન્ને ચક્કરો સાથે ગીઅર કરવામાં આવે તો લીડીંગ સ્ક્રુ દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે? અને આ વચલા વ્હીલને શું નામથી ઓળખવામાં આવે છે?

૯. બે સમાંતર શાફ્ટ કે જેઓની ધરીઓનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૩૦ ઈંચ છે તેઓને ૧$\frac{3}{4}$ ઈંચ પીચનાં દાંતાવાળાં ચક્કરોની એક જોડી વડે જોડવાની છે, કે જેથી તેમાંની એક શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરે છે તે બીજી શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૫ આંટાની ઝડપે ફેરવે. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને દરેક ચક્કર ઉપર તેનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ અને દાંતાની સંખ્યા જણાવો.

૧૦. એક સ્પર ડ્રાઈવીંગ એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર ૨૧૦ દાંતાનું ફ્લાઈ વ્હીલ ચાવી વડે સજ્જડ બેસાડેલું છે, જે દર મીનીટે ૮૦ આંટા ફરે છે. આ ઉપરથી એક લાઈન શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો લાઈન શાફ્ટ ઉપર કેટલા દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે?

૧૧. બે સમાંતર શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૧૦ ઈંચ છે અને તેઓને ૨ : ૩નાં ગતિનાં પ્રમાણમાં ફેરવવાની છે, તો ચક્કરોની જોડીનાં પીચ સર્કલના વ્યાસો શોધો કે જે આ ગતિ આપી શકે. વળી જો મોટાં ચક્કરમાં ૨૪ દાંતા હોય તો નાનાં ચક્કર ઉપરના દાંતાનો પીચ શોધો.

૧૨. બે શાફ્ટો કે જે આશરે ૩૦ ઈંચને અંતરે આવેલી છે તેને દાંતાનાં ચક્કરો વડે જોડવાની છે. ગતિનું પ્રમાણ ૪ : ૩ છે, તો ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના બરાબર ખરા વ્યાસ અને દાંતાની સંખ્યા શોધો. પીચ ૧ ઈંચનો છે. બન્ને શાફ્ટનાં મધ્યો વચ્ચેનાં આપેલાં અંતરમાં કેટલો તફાવત પડશે તે જણાવો.

૧૩. બે દાંતાવાળાં ચક્કરો કે જેઓને સમાંતર શાફ્ટો ઉપર સજ્જડ બેસાડેલાં છે તેઓ એક બીજાં સાથે ગીઅરમાં છે. તેમની ફરવાની ઝડપ ૨ : ૧નાં પ્રમાણમાં છે. જો તે શાફ્ટોની ધરીનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૧૨ ઇંચ હોય, અને દાંતાનો પીચ ૧ ઈંચ હોય તો દરેક ચક્કર ઉપરના દાંતાની સંખ્યા શોધો ?

૧૪. "રેક અને પીનીઅન"ની આકૃતિ કાઢી તેનું બ્યાન કરો, અને તમોએ જ્યાં જ્યાં રેક અને પીનીઅનને લાગુ પાડેલો જોયો હોય તેના દાખલા આપો.

રેકના દાંતાઓ ઉપર કાર્ય કરતું દબાણ જેનું પીનીઅન ઉપરનાં વર્તુલમાંથી સંચારણ કરવામાં આવે છે તે વર્તુલનો વ્યાસ એટલે પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે, તો આ પીનીઅનને ૪ આંટા ફેરવવાથી રેક કેટલો ચાલશે ?

૧૫. એક રેક અને પીનીઅનમાં પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા ૩૦ છે અને પીચ ૧/૨ ઈંચનો છે, તો પીનીઅનને ૮ આંટા ફેરવવાથી રેક કેટલો ચાલશે ?

૧૬. રેક પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા ૩૬ છે અને પીચ ૩/૪ ઈંચનો છે, તો રેકને ૨ ફુટ ચલાવવા માટે પીનીઅનને કેટલા આંટા ફેરવવા જોઈશે ?

૧૭. એક પીનીઅનને ૭/૮ ઈંચ પીચના ૧૬ દાંતા છે જે રેક સાથે ગીઅર થાય છે. પીનીઅનને તેની ધરી ઉપર બેસાડેલા ૧૪ ઈંચ લાંબા હાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો હેન્ડલને છેડે ૩૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો રેક ઉપર તેને આગળ ચલાવનારૂં જોર કેટલું આવશે ?

૧૮. એક ડ્રીલીંગ મશીનની ટેબલને રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે ચઢાવવામાં આવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર પીનીઅનને ચાવી મારી સજ્જડ કરેલું છે તે શાફ્ટ ઉપર ૧૨ ઈંચ લાંબો વિંચ હેન્ડલ બેસાડેલો છે. પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૩ ઈંચ છે. જો હાથાને છેડે

૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો ટેબલ ઉપર કેટલું વજન મુકી શકાય ? ટેબલનું વજન ૧$\frac{૧}{૨}$ હંડ્રેડવેટ છે.

૧૯. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે. પીનીઅનને $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ પીચના ૩૦ દાંતા છે, તો એક મીનીટમાં ટેબલની કટીંગ સ્પીડ (કાપ લેતી વેળાની ઝડપ) ૧૦ ફુટ કરવા માટે પીનીઅનને કેટલા આંટા ફેરવવા જોઈશે ?

૨૦. એક લેધ સેડલ જેને લેધ બેડ ઉપર રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે તેનું વજન ૬ હંડ્રેડવેટ છે. પીનીઅનને ૨૦ દાંતા અને ૧$\frac{૧}{૪}$ ઈંચનો પીચ છે. ૧૮ ઇંચ વ્યાસનાં હેન્ડ વ્હીલ કે જેને પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે તેની રીમ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે, તો સેડલને આગળ પાછળ ચલાવવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? બેડ અને સેડલ વચ્ચે કોએફીશન્ટ ઓફ ફ્રીકશન (ઘર્ષણનો ગુણક) ૦.૨ છે.

૨૧. એક નાનાં શેપીંગ મશીનની ફીડ રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે મેળવવામાં આવે છે. પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને $\frac{૧}{૪}$ ઈંચનો પીચ છે. જે શાફ્ટ ઉપર પીનીઅન બેસાડેલું છે તે શાફ્ટ ઉપર ૪૮ દાંતા અને $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ પીચનું એક વ્હીલ ચાવી વડે સજ્જડ કરેલું છે, કે જે વ્હીલને એકી વેળાએ ૧ દાંતો, ૨ દાંતા, ૩ દાંતા અને એ પ્રમાણે ૭ દાંતા સુધી સવડભરેલી રચના વડે ચલાવી શકાય છે, તો જુદી જુદી મેળવી શકાતી ફીડ શોધો.

૨૨. એક સ્પર વ્હીલને $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ પીચના ૮૦ દાંતા છે, તો તેનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ કેટલો હશે ? ત્રણ દાંતાનાં ચક્કરો A, B, અને Cને જુદી જુદી સમાંતર ધરીઓ ઉપર બેસાડેલાં છે અને તેઓ ગીઅરમાં છે. Aને ૧૦ દાંતા, Bને ૩૫ દાંતા, અને Cને ૫૫ દાંતા છે. જો ચક્કર C એક મીનીટમાં ૪ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં

A કેટલા આંટા ફરશે? ચક્કર Bને "આઇડિલ વ્હીલ" શા માટે કહેવામાં આવે છે? અને તેનો ઉપયોગ શું છે?

૨૩. એક ડબલ એકટીંગ સ્ટીમ એન્જીનની ક્રેંક ૧૫ ઇંચ લાંબી છે. ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૯ ફુટ વ્યાસનું એક સ્પર વ્હીલ (દાંતાનું ચક્કર) ૨ ફુટ વ્યાસનાં એક પીનીઅન (નાનું દાંતાનું ચક્કર) ને ચલાવે છે. જો પીસ્તનની ચાલ એક મીનીટમાં ૫૦૦ ફુટ હોય તો દર મીનીટે પીનીઅન કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે? જો પીસ્તનનો વ્યાસ ૧૭ ઇંચ હોય અને તે ઉપરનું સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ (મીન ઇફેક્ટીવ પ્રેસ્યોર) દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૨૫ પૌંડ હોય તો પીનીઅનના દાંતા ઉપર સરેરાશ જોર કેટલું આવશે?

૨૪. દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી એક મશીનની શાફ્ટને ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સની મદદ વડે દર મીનીટે ૨૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો વધુમાં વધુ ૧૨૦ અને ઓછામાં ઓછા ૧૨ દાંતાવાળાં ચક્કરો લઈ બે વ્હીલ અને બે પીનીઅન વાપરી જોઈતું પરિણામ મેળવવા ગીઅરની રચના કરો.

૨૫. એક સ્ક્રુ કટીંગ લેધમાં મેન્ડ્રીલ એક મીનીટમાં ૧૫ આંટા ફરે છે. લીડીંગ સ્ક્રુને દર મીનીટે ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની જરૂર છે, તો દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી વાપરી અનુકુળ ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ ગોઠવો.

૨૬. ૨૦, ૩૦, અને ૪૦ દાંતાનાં ત્રણ ડ્રાઇવરો અનુક્રમે ૪૦, ૬૦, અને ૮૦ દાંતાનાં ફોલોઅર સાથે ગીઅરમાં છે તો ગતિનું પ્રમાણ એટલે વેલોસીટી રેશ્યો અથવા વેલ્યુ ઓફ ત્રેન શોધો. જો પહેલું ડ્રાઇવર એક મીનીટમાં ૧૬૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં છેલ્લું ફોલોઅર કેટલા આંટા ફરશે?

૨૭. દાખલા ૨૬માં જો પહેલાં ડ્રાઇવરની ધરી ઉપર ૧૫ ઇંચ લાંબો હાથો બેસાડવામાં આવે, અને છેલ્લાં ફોલોઅરની ધરી ઉપર ૧૫ ઇંચ વ્યાસનું એક ડ્રમ સજ્જડ કરવામાં આવે અને મશીનની

એફીશીઅન્સી એટલે કાર્યસાધકત્વ ૭૦ ટકા હોય તો ડમ ઉપરથી લટકાવેલાં ૧૧૨૦ પૌંડનાં વજનને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? એમાં પરચેઝ ઓફ ગીઅર (purchase of gear) એટલે ચક્રકામ વડે મળતો લાભ કેટલો છે તે જણાવો?

૨૮. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને તેની નીચે રાખેલા રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે. રેક–પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચનો પીચ છે. આ પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચ પીચના ૪૫ દાંતાનું એક વ્હીલ સજ્જડ બેસાડેલું છે જેની સાથે ૧૫ દાંતાનું એક પીનીઅન ગીઅરમાં છે. આ પીનીઅનની ધરી ઉપર ૧ ઈંચ પીચના ૩૦ દાંતાનું એક વ્હીલ બેસાડેલું છે, જેની સાથે ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન ગીઅરમાં છે. આ છેલ્લાં પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર પુલી ચાવી વડે સજ્જડ કરેલી છે, જે પુલીને પટાની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. ટેબલ એક મીનીટમાં ૧૩ ફુટ ચાલે છે, તો એક મીનીટમાં પુલી કેટલા આંટા ફરશે?

૨૯. એક પ્લેનીંગ મશીન કે જેમાં કટીંગ અને રીટર્ન સ્ટ્રોકની ઝડપ એક સરખી છે તેમાં ટેબલને રેક અને પીનીઅન વડે ચલાવવામાં આવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર પુલી બેસાડેલી છે તે શાફ્ટને નીચલાં ચક્રકામ એટલે ગીઅરીંગ વડે રેક સાથે જોડવામાં આવે છે. ૨૪ દાંતાવાળાં એક પીનીઅનને પુલી–શાફ્ટની ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે, જે ૬૪ દાંતાવાળાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ વ્હીલની ધરી ઉપર ૧૮ દાંતાનું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે ૭૨ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ વ્હીલની ધરી ઉપર ૧૫ દાંતાનું રેક–પીનીઅન ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે જે રેકને ચલાવે છે. રેકને ટેબલ સાથે જોડેલો છે. રેક તથા સઘળાં વ્હીલ અને પીનીઅનના દાંતાનો પીચ ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચ છે, ટેબલનો સ્ટ્રોક ૬ ફુટ લાંબો છે, તો (૧) જો ટેબલની ચાલની ઝડપ દર મીનીટે ૨૫ ફુટ હોય તો દર મીનીટે પુલી કેટલા આંટા ફરશે, (૨) ટેબલના એક ડબલ સ્ટ્રોક માટે કેટલો વખત

લાગશે, અને (૩) જો પટા વડે પ્લેનીંગ મશીન ઉપર ૩ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય અને યંત્રકામ એટલે મીકેનીઝમ (mechanism)ની એફીશીઅન્સી ૩૭ ટકા હોય તો દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળાએ ટુલ વડે કેટલું સરેરાશ જોર કરવામાં આવશે ?

૩૦. ૪ ફુટ વ્યાસનાં એક વ્હીલ Aની ધરી ઉપર ૧૦ દાંતાનું એક ચકકર બેસાડેલું છે જે વ્હીલની સાથે ફરે છે. આ ચકકર ૫૦ દાંતાવાળાં બીજાં ચકકર સાથે ગીઅર કરેલું છે, જેની શાફ્ટ ઉપર ૬ ઇંચ વ્યાસનો એક એકસલ B બેસાડેલો છે. જો વ્હીલ Aની રીમ ઉપર ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો એકસલ B વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે.

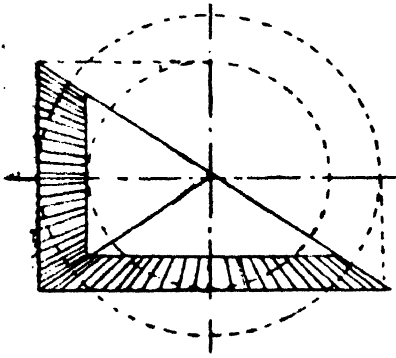
૩૧. ૨૪ ફુટ વ્યાસનાં એક વૉટર વ્હીલને તેની અંદરની બાજુએથી તેટલાજ વ્યાસનું એક દાંતાનું ચકકર પુરૂં પાડેલું છે. આ દાંતાનું ચકકર નીચે મુજબની ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સને ગતિ આપે છેઃ— પીનીઅનો ૮, ૬, ૪ અને ૩ ફુટ વ્યાસનાં છે, અને વ્હીલો ૧૨, ૧૦ અને ૯ ફુટ વ્યાસનાં છે. છેલ્લી શાફ્ટ ઉપર ૭ ફુટ વ્યાસની એક રોપ પુલી ચાવી વડે સજ્જડ બેસાડેલી છે, અને તેની રીમ ઉપર ૫ દોરડાં છે. વૉટર વ્હીલ એક મીનીટમાં ૨ આંટા ફરે છે અને ૩૦ હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે છે, તો દરેક દોરડાં ઉપર કાર્યસાધક ચલાવનારૂં જોર કેટલા પૌંડનું હશે ?

૩૨. એક સ્પર ડ્રાઈવીંગ એન્જીનની ક્રેંક ૧$\frac{1}{2}$ ફુટ લાંબી છે, અને દાંતાવાળાં ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૮ ફુટ છે. આ ફ્લાઈ વ્હીલ ૨$\frac{1}{2}$ ફુટ વ્યાસનાં એક પીનીઅનને ચલાવે છે. જો ક્રેંક પીન ઉપર સરેરાશ દબાણ ૭ ટન હોય તો પીનીઅનના દાંતા ઉપર સરેરાશ ચલાવનારૂં જોર કેટલું આવશે ?

૩૩. ૧$\frac{1}{2}$ ઇંચ વ્યાસનું એક દોરડું ૧૫ ટનની ક્રેન ચલાવવા માટે વપરાય છે, અને એક મીનીટમાં વજન ૪ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં આવે છે. દોરડું એક મીનીટમાં ૨૬૦૦ ફુટ ચાલે છે, તો તે ઉપર આવતું કાર્યસાધક ખેંચાણ શોધો. ધારોકે ક્રેન સાથે વપરાયલી સ્નેચ બ્લોકની રચના વડે ૫ : ૧નો યાંત્રિક લાભ (purchase)

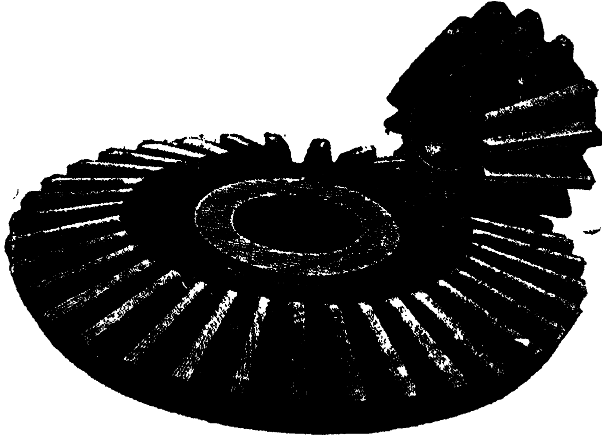
મળી શકે છે તો તુથ ગીઅરનો પરચેઝ એટલે ચક્રકામ વડે મળતો લાભ શોધો. રોપ પુલીનો વ્યાસ ૨૪ ઈંચ છે અને ક્રેબનાં બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે. જો દોરડાં ઉપરનું કાર્ય સાધક ખેંચાણ ૨૨ પૈાંડ હોય તો (૧) ઉપર આપેલી ઝડપે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય, (૨) દર મીનીટે ૩ ફુટની ઝડપ ઉપાડતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાય? જો દોરડાંની ઝડપ અને ખેંચાણ શરૂઆતમાં આપેલાં જેટલાંજ હોય તો ૩૦ ટનનું વજન દર મીનીટે કેટલી ઝડપથી ઉપાડી શકાય?

બેવલ વ્હીલ્સ (Bevel Wheels)—આપણે આગળ શીખી ગયા કે એક શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવા માટે "સ્પર વ્હીલ્સ" વપરાય છે. પણ જો બે શાફ્ટ એક બીજી સાથે ખુણે પડતી હોય તો તેમાંની એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી તેને ખુણે આવેલી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવા માટે **"માઈટર વ્હીલ્સ" (mitre wheels)** અથવા **"બેવલ વ્હીલ્સ"** વપરાય છે. જોડાણમાં આવેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સની પીચ સરફેસીસ (પીચની સપાટીઓ) કોન (શંકુ)ના ફ્રસ્તા (Frusta) છે જેની મધ્યની ટોચો તેની ધરીઓનાં છેદણ બિંદુમાં એક બીજીને મળે છે. જો એવા બે કોનને આ રીતે ગોઠવવામાં આવે, તો જો ગતિને નડતો અવરોધ સપાટીઓ વચ્ચેનાં ઘર્ષણ કરતાં વધુ ન હોય તો સરક્યા (Slipping) વિના તેઓ એક બીજા ઉપર ગબડશે. જુઓ આકૃતિ ૯. જે પ્રમાણે સ્પર વ્હીલમાં નળાકાર (Cylindrical) પીચની સપાટી ઉપર દાંતા બનાવવામાં આવે છે તેજ પ્રમાણે બેવલ વ્હીલની શંકુ આકારની (Conical) પીચની સપાટી ઉપર દાંતા બનાવવામાં આવે છે. આકૃતિ ૯માં ગીઅરમાં મુકેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સની પીચની સપાટીઓ (પીચ સરફેસીસ) દેખાડી છે.



આકૃતિ ૯

જે બેવલ વ્હીલના પાયા આગળના ખુણાઓ ૪૫°ના હોય છે તેવાં બેવલ વ્હીલને **"માઈટર વ્હીલ"** કહેવામાં આવે છે. જોડાણમાં આવેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સ કે જેઓની ધરીઓ એક બીજાને કાટખુણે હોય, અને તે બન્ને એકજ સરખી ઝડપે ફેરવવાની હોય ત્યારે આ બેવલ વ્હીલ્સને **"માઈટર વ્હીલ્સ"** કહેવામાં આવે છે. આ બાબદમાં બન્ને વ્હીલ્સમાં દાંતાની સંખ્યા અને પીચ એક સરખા હોય છે. આકૃતિ ૧૦માં ગીઅરમાં મુકેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સ બતાવ્યાં છે.



આકૃતિ ૧૦

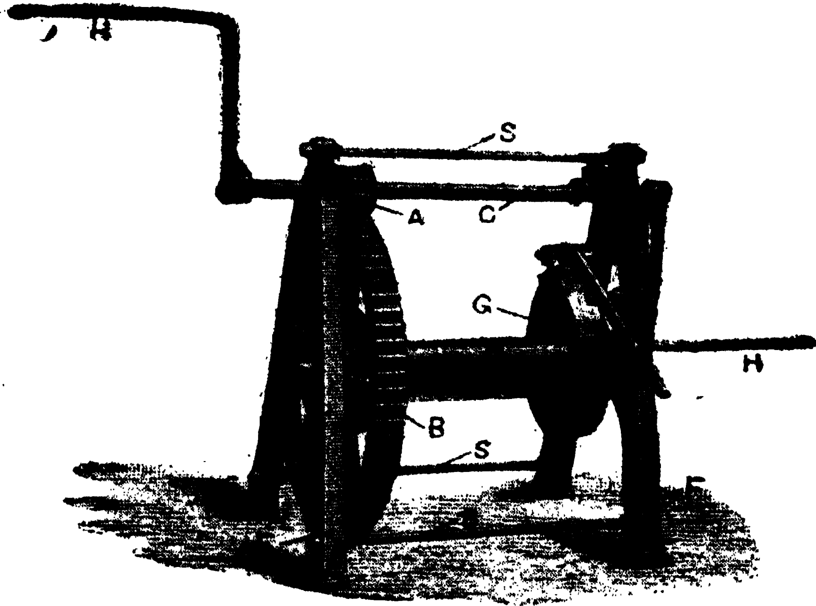
પ્રકરણ ૨જું

યંત્રકામ (મીકેનીઝમ MECHANISM)ની કેટલીક રચનાઓ કે જેમાં દાંતાનાં ચક્રરો વપરાય છે તે વિષે—વિંચ અથવા ક્રેબ.

સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ અથવા વિંચ—આપણે આગળ શીખી ગયા કે વ્હીલ અને એક્સલમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ વ્હીલ અને એક્સલની ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે, અને તેજ પ્રમાણે સાદા વિંચમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ હાથાની લંબાઈ અને વિંચ બેરલની ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. આ તો દેખીતું છે કે એક્સલ અથવા બેરલનો વ્યાસ ઉપાડવાનું વજન તે ખમી શકે તેનાથી ઓછો રાખી શકાય નહિ, તેમજ વ્હીલ અથવા હાથાને પણ માણસથી ફેરવવાને પહોંચી શકાય તેનાથી મોટો રાખી શકાય નહિ. આ કારણે તેમના કદની વ્યવહારિક હદ આવી જાય છે; જેથી તેનાં વડે મળતા યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ)ની પણ હદ આવી જાય છે. આ પ્રમાણે સાદાં હાથાથી ચલાવવામાં આવતાં વ્હીલ અને એક્સલમાં અથવા વિંચ અથવા ક્રેબમાં એક અથવા બે હંડ્રેડવેટથી વધુ વજન ઉપાડી શકાતું નથી. આ અડચણ દાંતાનાં ચક્રરોની એક અથવા વધુ જોડીઓ દાખલ કરી દુર કરી શકાય છે. આવી રચનાને "**ક્રેબ**" કહેવામાં આવે છે. જો તેમાં દાંતાનાં ચક્રરોની એક **જોડી** આપેલી હોય તો તેને "**સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ**" કહેવામાં **આવે**

છે. જો બે જોડી આપેલી હોય તો "**ડબલ પરચેઝ ક્રેબ**", અને ત્રણ જોડી હોય તો "**ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબ**" કહેવામાં આવે છે.

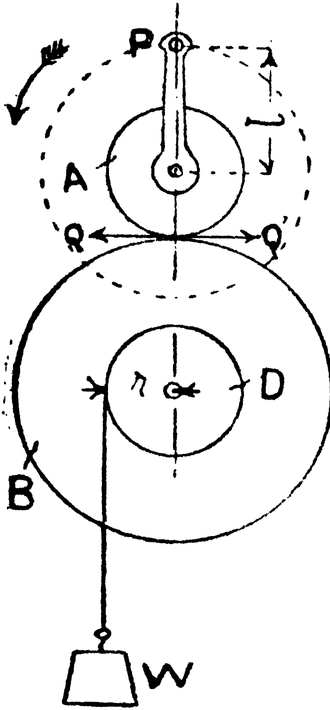
સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ (Single Purchase Crab)–આકૃતિ ૧૧માં "**સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ**" બતાવ્યો છે. આકૃતિ ૧૨માં સમજુતી મળે માટે ચક્કામની રૂપરેખા આકૃતિ બતાવી છે.



આકૃતિ ૧૧

એમાં બીડના બે પગો F (સ્ટેન્ડર્ડ અથવા A ફ્રેમ) બતાવ્યા છે જેમાં શાફ્ટો માટેની યોગ્ય બેરીંગ રાખેલી છે. આ બન્ને પગોને ત્રણ લોખંડના કોલરવાળા સળીયાઓ S (અથવા સ્ટેઝ) વડે બહારની બાજુએથી આપેલી નટો વડે એક બીજા સાથે સજ્જડ ખેંચી પકડેલા છે. ઉપલી શાફ્ટ Cના છેડાઓ ચોરસ કરેલા છે જે ઉપર હાથાઓ H બેસાડી તેઓને છેડે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે.

શાફ્ટ C ઉપર એક પીનીઅન A બેસાડેલું છે જે બેરલ અથવા ડ્રમ Dની શાફ્ટ ઉપર આપેલાં સ્પર વ્હીલ B સાથે ગીઅર થાય છે.



આકૃતિ ૧૨

બેરલ Dની ફ્લેંજ ઉપર આપેલા વેહ અથવા હુક સાથે દોરડાં અથવા સાંકળનો એક છેડો બાંધવામાં આવે છે, અને તે દોરડાં અથવા સાંકળના બીજા છેડા સાથે ઉપાડવાનું વજન અથવા દાગીનો બાંધેલો હોય છે. હાથાઓને ફેરવવાથી બેરલ ગોળ ફરીને પોતાની ઉપર દોરડાં અથવા સાંકળને લપેટે છે જેથી વજન અથવા દાગીનો ઉપર ઉંચકાય છે. આ ક્રેબ સાથે રેચેત વ્હીલ (ratchet wheel) અને પોલ (pawl) આપવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૧૩માં R આગળ દેખાડયું છે. રેચેત વ્હીલને ઘણુંખરૂં બેરલ સાથે એકજ ટુકડે ઓતી લેવામાં આવે છે. રેચેત વ્હીલ અને પોલ વડે, ઉપાડવામાં આવતા દાગીનાનાં વજનને લીધે હાથા ઉપર ઉલટા ફરી જવાનું જોર આવતું અટકે છે જેથી દાગીનો લટકતો હોય છતાં હાથાઓ ઉપરથી જોર ખસેડી શકાય છે, અને દાગીનો પાછો નીચે પડી જતો અટકે છે. જે તરફ સ્પર વ્હીલ (દાંતાનું ચક્કર) આવેલું છે તેની સામી તરફ પગની અંદરની બાજુએ બેરલ શાફ્ટ ઉપર એક ફ્રીકશન પુલી G આપેલી છે. તેની રીમની ઉપર ફરતે એક સ્ટીલના પાટાની બ્રેક કાર્ય કરે છે. આ બ્રેકની મદદ વડે દાગીનાને ધીમે ધીમે અથવા ઝડપથી જેમ મરજી પડે તેમ કશા પણ જોર વિના તેમજ હાથા ઝડપથી ઉલટા ફરી જવાની ધાસ્તી વિના નીચે ઉતારી શકાય છે.

એમાં ગતિનું પ્રમાણ અથવા યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) અથવા W અને P વચ્ચેનું પ્રમાણ (૧) કામના નિયમ વડે, અને (૨) લીવરના નિયમ વડે નક્કી કરી શકાય છે.

(૧) કામના નિયમ વડે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં નક્કી કરવાની રીત (જુઓ આકૃતિ ૧૨):—

ધારો કે, L = હાથા Hની લંબાઈ,

A = પીનીઅન Aનો વ્યાસ અથવા તેમાં દાંતાની સંખ્યા,

B = વ્હીલ Bનો વ્યાસ અથવા તેમાં દાંતાની સંખ્યા,

r = બેરલ Dની ત્રિજ્યા.

ત્યારે બેરલના એક આંટામાં Wનો ઉપાડ = બેરલનો પરીઘ = $૨ \times r \times \frac{૨૨}{૭}$.

બેરલને એટલે વ્હીલ B ને એક આંટો ફેરવવા માટે હાથાને એટલે પીનીઅન A ને ફેરવવા પડતા આંટા $= \frac{B}{A}$.

$\therefore$ બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ $= ૨ \times L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A}$

Pની ગતિ : Wની ગતિ : : $૨\ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} : ૨\ r \times \frac{૨૨}{૭}$

$\therefore$ ગતિનું પ્રમાણ $= \frac{\text{Pની ગતિ}}{\text{Wની ગતિ}} = \frac{૨\,L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A}}{૨ \times r \times \frac{૨૨}{૭}} = \frac{L}{r}\frac{B}{A}$

વળી બેરલના એક આંટામાં મળતું ઉપયોગી કામ $= W \times ૨\ r \times \frac{૨૨}{૭}$ અને તેટલાજ વખતમાં ખર્ચ કરવામાં આવતી શક્તિ $= P \times ૨\ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A}$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$\therefore P \times ૨\ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} = W \times ૨\ r \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$P\,L \times \frac{B}{A} = W\,r$$

$$P = \frac{W \times r \times A}{L \times B}$$

અને $$W = \frac{P \times L \times B}{r \times A}$$

∴ યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{L\,B}{r\,A}$.

(૨) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરના નિયમ વડે નક્કી કરવાની રીત (જુઓ આકૃતિ ૧૨):—

જે વર્તુલમાં હાથો ફરે છે તે વર્તુલમાં P કાર્ય કરે છે.

ધારો કે L = હાથા Hની લંબાઈ,

A = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

B = વ્હીલનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા, અને r = બેરલની ત્રિજ્યા,

ત્યારે જોર Pને લીધે પીનીઅન A ઉપરથી વ્હીલ B ઉપર Q દબાણ ઉત્પન્ન થશે, અને હાથો તથા પીનીઅન Aની ત્રિજ્યા C બિંદુ સુધી લેતાં બેન્ટ લીવર તરીકે કાર્ય કરે છે. વળી વ્હીલ Bનું પ્રતિકાર્ય પીનીઅન A ઉપર CQ′ની દિશામાં કાર્ય કરશે. વળી એ ઉપરાંત વ્હીલ Bનાં મધ્ય આસપાસ Qનો મોમેન્ટ તેજ બિંદુ આસપાસનાં Wનાં મોમેન્ટની બરાબર હોવો જોઈએ, કારણ કે Q અને W બીજાં બેન્ટ લીવરના આર્મ્સ ઉપર કાર્ય કરતાં જોરો છે, તેટલા માટે

$P \times L = Q \times A$, અને $Q \times B = W \times r$

પણ $Q = \frac{PL}{A}$ છે, ∴ $Q \times B = \frac{PL}{A} \times B$

$$\therefore \frac{PLB}{A} = Wr$$

$W = \frac{PLB}{rA}$, અને $P = \frac{WrA}{LB}$

∴ યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{LB}{rA}$

જો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે, અને આ યંત્રની એફીશીઅન્સી એટલે કાર્યસાધકત્વ = E હોય તો

ખર્ચ કરેલી શક્તિ × એફીશીઅન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨\ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} \times E = W \times ૨\ r \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$PL \times \frac{B}{A} \times E = Wr$$

$$\therefore \text{ યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{LBE}{rA}$$

દાખલો ૧—એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે. પીનીઅન અથવા ડ્રાઈવરમાં ૧૫ દાંતા, અને વ્હીલ અથવા ફોલોઅરમાં ૬૦ દાંતા છે, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) જો P = ૨૫ પૌંડ હોય તો W શોધો, અને (૩) જો W = ૧૬૮૦ પૌંડ હોય તો P શોધો.

(૧) બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ $= ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૬૦}{૧૫}$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ $= ૨ \times ૫ \times \frac{૨૨}{૭}$

P : W : : Wની ગતિ : Pની ગતિ

$: : ૨ \times ૫ \times \frac{૨૨}{૭} : ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૬૦}{૧૫}$

$: : ૧ : \frac{૭૨}{૫}$

P : W : : ૧ : ૧૪·૪

(૨) કામના નિયમ (પ્રાન્સીપ્લ ઓફ વર્ક) પ્રમાણે—

$$P \times ૨ \times L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} = W \times ૨\ r \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$૨૫ \times ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૬૦}{૧૫} = W \times ૨ \times ૫ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\therefore ૨૫ \times ૧૮ \times \frac{૬૦}{૧૫} = W \times ૫$$

$$\therefore W = \frac{૨૫ \times ૧૮ \times ૬૦}{૫ \times ૧૫}$$

$$= ૩૬૦ \text{ પૌંડ}$$

અથવા

મોમેન્ટના નિયમ (પ્રીન્સીપ્લ ઓફ મોમેન્ટ અથવા લીવર) પ્રમાણે—

દાંતાનાં ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ તેના દાંતાની સંખ્યાનાં પ્રમાણમાં છે, માટે અત્રે પીનીઅન અને વ્હીલના દાંતાની સંખ્યાને તેનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ તરીકે લઈશું.

$$P \times L = Q \times A$$

$$૨૫ \times ૧૮ = Q \times \frac{૧૫}{૨},\ \therefore Q = \frac{૨૫ \times ૧૮ \times ૨}{૧૫} = ૬૦ \text{ પૌંડ}$$

$$Q \times B = W \times r$$

$$૬૦ \times \frac{૬૦}{૨} = W \times \frac{૧૦}{૨}$$

$$\therefore\ W = \frac{૬૦ \times ૬૦ \times ૨}{૨ \times ૧૦} = \underline{૩૬૦ \text{ પૌંડ}}$$

$$(૩)\ P \times ૧૮ \times \frac{૬૦}{૧૫} = ૧૬૮૦ \times ૫$$

$$\therefore\ P = \frac{૧૬૮૦ \times ૫ \times ૧૫}{૧૮ \times ૬૦}$$

$$= \underline{૧૧૬.૬ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૨—એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં બે હાથા છે અને દરેક હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઈંચ છે. બેરલનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે. હાથાની શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, અને બેરલની શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલમાં ૮૦ દાંતા છે. જો દરેક હાથા ઉપર એકેક માણસ ૩૦ પૌંડનું જોર કરી ૨ મીનીટમાં ૯૦૦ પૌંડનું વજન ૨૫ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકે તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ એટલે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ (એનર્જી) શોધો, (૪) વજનને એક ફુટ ઉપાડતાં

મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એફીશીયન્સી શોધો, (૬) મશીનની એફીશીયન્સી ટકામાં શોધો, અને (૭) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર શોધો.

લાગુ પાડવામાં આવતું કુલ જોર = ૨ × ૩૦ = ૬૦ પૌંડ

(૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ—

$$P \times \cancel{૨} L \times \frac{\cancel{૨૨}}{\cancel{૭}} \times \frac{૮૦}{૧૨} = W \times \cancel{૨} r \times \frac{\cancel{૨૨}}{\cancel{૭}}$$

$$૬૦ \times ૧૫ \times \frac{૮૦}{૧૨} = W \times ૪$$

થીઅરી પ્રમાણે $W = \frac{૬૦ \times ૧૫ \times ૮૦}{૧૨ \times ૪}$ = ૧૫૦૦ પૌંડ

∴ થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P}$

$= \frac{૧૫૦૦}{૬૦}$

$= \frac{૨૫}{૧}$

(૨) ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ =

$$\frac{W}{P} = \frac{૯૦૦}{૬૦} = \frac{૧૫}{૧}$$

(૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ (એનર્જી)—

ખર્ચ થતી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$P \times P$ની ગતિ $= W \times W$ની ગતિ

૬૦ × Pની ગતિ = ૧૫૦૦ × ૧′

∴ Wને ૧ ફુટ ઉપાડતાં Pની ગતિ $= \frac{૧૫૦૦ \times ૧}{૬૦}$ = ૨૫ ફુટ

∴ Wને ૧ ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ $= P \times P$ની ગતિ

= ૬૦ × ૨૫

= ૧૫૦૦ ફુટ–પૌંડ.

(૪) Wને એક ફુટ ઉપાડતાં મળતું ઉપયોગી કામ $= W \times ૧$

= ૯૦૦ × ૧

= ૯૦૦ ફુટ–પૌંડ

(૫) $\text{એફીશીઅન્સી} = \dfrac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}} = \dfrac{\text{૯૦૦૦}}{\text{૧૫૦૦૦}} = \dfrac{\text{૩}}{\text{૫}} = \underline{\text{·૬}}$

(૬) એફીશીઅન્સી ટકામાં $= \text{·૬} \times \text{૧૦૦} = \underline{\text{૬૦ ટકા}}$

(૭) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર—

$$\text{૬૦} \times P\text{ની ગતિ} = \text{૧૫૦૦} \times \text{૨૫}$$

$$\text{બે મીનીટમાં } P\text{ની ગતિ} = \frac{\text{૧૫૦૦} \times \text{૨૫}}{\text{૬૦}} = \text{૬૨૫ ફુટ}$$

$$\text{બે માણસો વડે બે મીનીટમાં થતું કામ} = \text{૬૦} \times \text{૬૨૫}$$

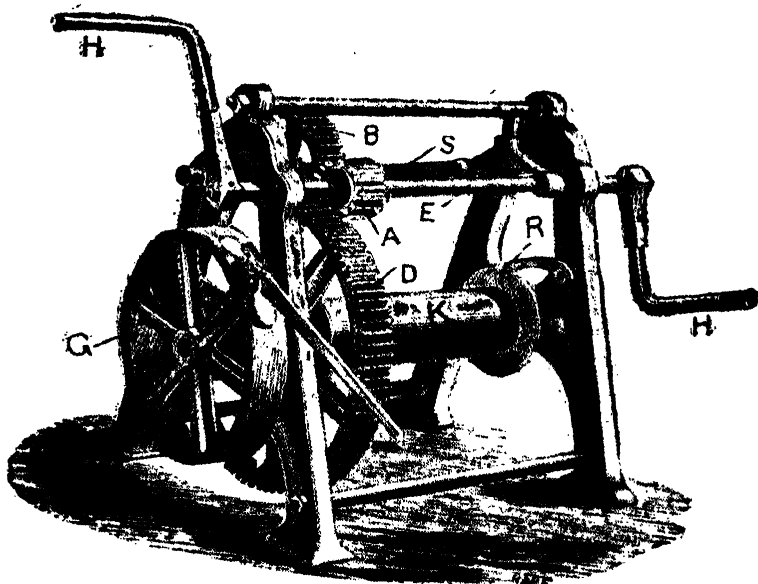
$$\therefore \text{ એક મીનીટમાં થતું કામ} = \frac{\text{૬૦} \times \text{૬૨૫}}{\text{૨}}$$

$$\therefore \text{ હોર્સપાવર} = \frac{\text{૬૦} \times \text{૬૨૫}}{\text{૨} \times \text{૩૩૦૦૦}}$$

$$= \underline{\text{·૫૭ H.P.}}$$

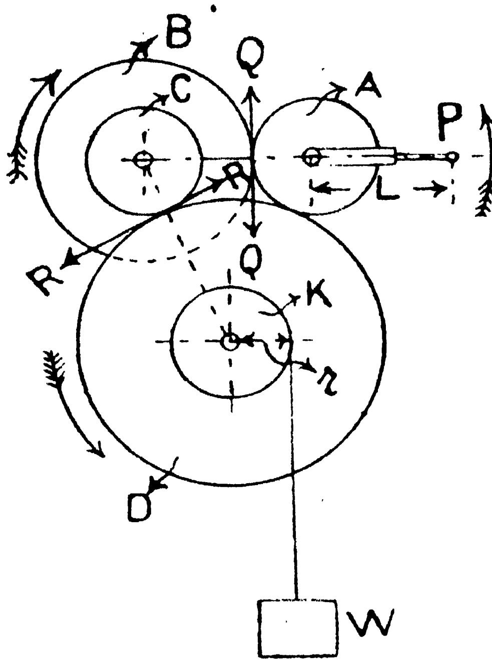
ડબલ પરચેઝ ક્રેબ (Double Purchase Crab) આકૃતિ ૧૩માં ડબલ પરચેઝ ક્રેબ બતાવ્યો છે અને આકૃતિ ૧૪માં તેનાં ચક્કામની રૂપરેખાનો એન્ડ વ્યુ બતાવ્યો છે જેમાં વ્હીલો અને પીનીઅનોને તેનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવ્યાં છે. એમાં દાંતાનાં ચક્કરની એક જોડીને બદલે બે જોડી વપરાઈ છે, જેથી સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ કરતાં એમાં ખરેખરો મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ (યાંત્રિક લાભ) વધારે મળે છે, જેથી તેટલાંજ જોર વડે વધુ ભારે વજન ઉપાડી શકાય છે, પણ વજન ઉપાડતાં વખત વધુ લાગે છે. આ કારણે સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ કરતાં ડબલ પરચેઝ ક્રેબ વધારે મોટો, ભારે અને મજબુત બનાવવામાં આવે છે. એની બનાવટ સીંગલ પરચેઝ ક્રેબના જેવીજ છે, પણ ફરક માત્ર એટલોજ કે એમાં દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડીને બદલે બે જોડી વપરાય છે. હેન્ડલ શાફ્ટ E ઉપર હાથાઓ H બેસાડી તે ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે.

હેન્ડલ શાફ્ટ E ઉપર એક પીનીઅન અથવા પહેલું ડ્રાઈવર A એસાડેલું છે જે તેની પાછળ આપેલી શાફ્ટ S ઉપર આપેલાં વ્હીલ



આકૃતિ ૧૩

અથવા પહેલાં ફોલોઅર B સાથે ગીઅર થાય છે. શાફ્ટ S ઉપર એક બીજું પીનીઅન અથવા બીજું ડ્રાઈવર C બેસાડેલું છે જે બેરલ અથવા ડમ Kની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં વ્હીલ અથવા બીજાં ફોલોઅર D સાથે ગીઅર થાય છે. હાથાઓને ફેરવવાથી પીનીઅન A ફરે છે. પીનીઅન A એ વ્હીલ B સાથે ગીઅર થયલું હોવાથી પીનીઅન A ઉપરથી ગતિનું સંચારણ વ્હીલ B ઉપર થાય છે. જે શાફ્ટ ઉપર વ્હીલ B બેસાડેલું છે તેજ શાફ્ટ ઉપર પીનીઅન C સજ્જડ કરેલું હોવાથી પીનીઅન C પણ વ્હીલ



આકૃતિ ૧૪

Bનાં જેટલીજ ઝડપે ફરે છે. પીનીઅન C સાથે બેરલ શાફ્ટ ઉપરનું વ્હીલ D ગીઅર થયલું હોવાથી C ઉપરથી ગતિનું સંચારણ D ઉપર થાય છે, અને બેરલ વ્હીલ Dની ઝડપે ફરવા માંડે છે, અને પોતાની ઉપર દોરડાં અથવા સાંકળને લપેટે છે, જેથી વજન અથવા દાગીનો ઉપર ઉંચકાય છે. બેરલ શાફ્ટ ઉપર જમણે છેડે એક રેચેત વ્હીલ અને પોલ R તથા ડાબે છેડે એક ફ્રીકશન પુલી G આપેલી છે જેનું કાર્ય સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં સમજાવ્યું છે. જ્યારે ઉપાડવાનું વજન નાનું હોય છે ત્યારે ડબલ પરચેઝ ક્રેબને સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ તરીકે વાપરી શકાય એવી રચના કરેલી હોય છે. આકૃતિ ૧૩માં જોતાં જણાશે કે હેન્ડલ શાફ્ટ Eને તે ઉપરનું પીનીઅન A બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ D સાથે બરાબર ગીઅર થાય ત્યાં સૂધી ડાબા હાથ તરફ હઠાવવાથી આ ક્રેબને સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ તરીકે વાપરી શકાય છે. આમ કરવાથી હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનું પીનીઅન A તેની પાછળ આપેલી શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Bથી છુટું (આઉટ ઑફ ગીઅર) થશે, અને આ વેળાએ ગતિનું સંચારણ પીનીઅન A ઉપરથી બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ D ઉપર પાધરૂં થાય છે.

ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણ સીંગલ પરચેઝ ક્રેબની માફક નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય છે (જુઓ આકૃત ૧૪):-

(૧) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણેઃ—

બેરલને એટલે છેલ્લાં ફૉલોઅર Dને એક આંટો ફેરવવા માટે હાથાને અથવા પહેલાં ડાઈવર Aને ફેરવવા પડતા આંટા $= \frac{B}{A} \times \frac{D}{C}$

$\therefore$ બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ $= ૨ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C}$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ $= ૨ r \times \frac{૨૨}{૭}$

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times ૨ r \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times r$$

$$\therefore \text{ યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$$

$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} :: ૨ L \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} : ૨ r \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$:: L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} : r$$

$$\therefore \text{ ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$$

(૨) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરના નિયમ (principle of moment) પ્રમાણેઃ—

આકૃતિ ૧૪માં જોતાં જણાશે કે એમાં ત્રણ લીવર છે.

ધારો કે, L = હાથાની લંબાઈ,

A અને C = પીનીઅન A અને Cનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

B અને D = વ્હીલ B અને Dનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

r = બેરલની ત્રિજ્યા,

Q = ચક્કરો A અને Bની વચ્ચે આવતું દબાણ અથવા જોર,

અને R = ચક્કરો C અને Dની વચ્ચે આવતું દબાણ અથવા જોર.

ત્યારે પહેલાં લીવરમાં $P \times L = Q \times A$

$$\therefore Q = \frac{P \times L}{A}$$

બીજાં લીવરમાં $Q \times B = R \times C$

$$\therefore \frac{PL}{A} \times B = R \times C$$

$$\therefore R = \frac{P \times L \times B}{A \times C}$$

ત્રીજાં લીવરમાં $R \times D = W \times r$

$$\frac{PLB}{AC} \times D = W \times r$$

$$\frac{P \times L \times B \times D}{A \times C} = W \times r$$

અથવા યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$

જો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે અને આ રચનાની એફીશી-અન્સી (કાર્યસાધકત્વ) = E હોય, તો

ખર્ચ કરેલી શક્તિ × E = ઉપયોગી કામ.

$$P \times 2L \times \frac{22}{7} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times 2r \times \frac{22}{7}$$

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times r$$

∴ ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D \times E}{r \times A \times C}$

એજ પ્રમાણે ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબમાં ચક્કરોની બે જોડીને બદલે ત્રણ જોડી લઈ યાંત્રિક લાભ શોધી શકાય. આકૃતિ ૮માં **ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબ** બતાવ્યો છે.

ક્રેબના દાખલામાં જે દોરડાં અથવા સાંકળ વડે વજનને ટેકવ-વામાં આવેલું હોય તે દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ આપેલો હોય તો વજનનો આર્મ અથવા લીવરેજ બરાબર બેરલની ત્રિજ્યા વત્તા દોરડાંની ત્રિજ્યા છે.

દાખલો ૩—એક ડબલ પરચેઝ ક્રેબના હાથાને ૪ માણસો ફેરવે છે, જે દરેક માણસ હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું જોર કરે છે. હાથો ૧૬ ઇંચ લાંબો છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. હાથાની શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે અને તે ૬૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં એટલે જોડાણમાં છે; આ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર ૩૦ દાંતાનું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે બેરલ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે, તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે તે શોધો. જો આ મશીન (યંત્ર)ની એફીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય, તો વજન કેટલું ઉપાડી શકાશે ?

$$P = ૪ \times ૨૦ = ૮૦ \text{ પૌંડ.}$$

$$P \times 2L \times \frac{22}{7} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times 2r \times \frac{22}{7}$$

$$૮૦ \times ૧૬ \times \frac{૬૦}{૧૨} \times \frac{૧૨૦}{૩૦} = W \times ૫$$

$$\therefore W = \frac{૮૦ \times ૧૬ \times ૬૦ \times ૧૨૦}{૫ \times ૧૨ \times ૩૦}$$

$$= \underline{૫૧૨૦ \text{ પૌંડ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times r$$

$$૮૦ \times ૧૬ \times \frac{૬૦}{૧૨} \times \frac{૧૨૦}{૩૦} \times \frac{૭૦}{૧૦૦} = W \times ૫$$

$$\therefore W = \frac{૮૦ \times ૧૬ \times ૬૦ \times ૧૨૦ \times ૭૦}{૫ \times ૧૨ \times ૩૦ \times ૧૦૦}$$

$$= \underline{૩૫૮૪ \text{ પૌંડ}}$$

ક્રેબનાં ચક્કરોના દાંતાઓ ઉપર આવતું દબાણ—ક્રેબમાં W અને P વચ્ચેનું પ્રમાણ લીવરના નિયમ પ્રમાણે નક્કી કરવા માટેની રીત તપાસીશું તો માલમ પડશે કે આપેલા P માટે ચક્કરના દાંતા ઉપરનું દબાણ મળે છે. સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં ચક્કરોની એક જોડી વચ્ચેનું દબાણ Q, અને ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં ચક્કરોની પહેલી જોડી ઉપરનું દબાણ Q તથા બીજી જોડી ઉપરનું R છે. ચક્કરોના દાંતા ઉપરનાં દબાણો આ રીતે શોધી શકાશે. એમ માલમ પડશે કે ચક્કરો ઉપરનાં દબાણ જેમ જેમ આપણે Wની તરફ જઈએ તેમ તેમ વધતાં જાય છે. આ કારણને લીધે ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ અને તેનાં પીનીઅનના દાંતા હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅન અને તેનાં વ્હીલના દાંતા કરતાં વધુ બળવાન પીચના બનાવવામાં આવે છે.

દાખલો ૪.—એક ટ્રેબલ પરચેઝ ક્રેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે. પીનીઅન ૬ ઈંચ, ૮ ઈંચ, અને ૧૦ ઈંચ વ્યાસનાં છે, અને વ્હીલો ૧૮ ઈંચ, ૩૨ ઈંચ અને ૪૦ ઈંચ વ્યાસનાં છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે, તો ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? વળી ચક્કરોની દરેક જોડી ઉપર આવતાં દબાણો શોધો?

બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ $= ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૧૮}{૬} \times \frac{૩૨}{૮} \times \frac{૪૦}{૧૦}$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ $= ૨ \times ૬ \times \frac{૨૨}{૭}$

$$\therefore P \times \cancel{૨} \times ૧૮ \times \cancel{\frac{૨૨}{૭}} \times \frac{૧૮}{૬} \times \frac{૩૨}{૮} \times \frac{૪૦}{૧૦} = ૫ \times ૨૨૪૦ \times \cancel{૨} \times ૬ \times \cancel{\frac{૨૨}{૭}}$$

$$\therefore P = \frac{૫ \times ૨૨૪૦ \times ૬ \times ૬ \times ૮ \times ૧૦}{૧૮ \times ૧૮ \times ૩૨ \times ૪૦} = \frac{૭૦૦}{૯}$$

$$= \underline{૭૭{\cdot}૭ \text{ પૌંડ}}$$

વિદ્યાર્થીઓએ ધ્યાનમાં રાખવું જોઇએ કે ચક્કરોના દાંતા ઉપરનાં દબાણોના આર્મ વ્હીલ અને પીનીઅનની ત્રિજ્યાઓ છે. કાર્ય કરતું પહેલું જોર P છે જે ૭૭·૭ પૌંડ છે, અને તેનો લીવરેજ ૧૮ ઈંચ છે, અને

ચક્કરોની પહેલી જોડી વચ્ચેનાં દબાણ Qનો લીવરેજ $\frac{૬}{૨}$ = ૩ ઇંચ છે. ત્યારે લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

$$૭૭\cdot૭ \times ૧૮ = Q \times ૩$$

$$\therefore Q = \frac{૭૦૦ \times ૧૮}{૯ \times ૩} = \frac{૧૪૦૦}{૩} = \underline{૪૬૬\cdot૬}$$

ચક્કરોની બીજી જોડી વચ્ચે Q વડે ઉત્પન્ન થતું દબાણ R છે, ત્યારે

$$૪૬૬\cdot૬ \times ૯ = R \times ૪$$

$$\therefore R = \frac{૧૪૦૦ \times ૯}{૩ \times ૪} = \underline{૧૦૫૦ \text{ પૌંડ}}$$

ચક્કરોની ત્રીજી જોડી વચ્ચેનું દબાણ S છે, માટે

$$૧૦૫૦ \times ૧૬ = S \times ૫$$

$$\therefore S = \frac{૧૦૫૦ \times ૧૬}{૫} = \underline{૩૩૬૦ \text{ પૌંડ}}$$

ક્રેબનો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ અને કાર્યસાધકત્વ નક્કી કરવાની રીત—ક્રેબ અને બીજાં વજનો ઉપાડનારાં યંત્રો (લીફ્ટીંગ મશીન)નો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ અને ખરેખરૂં કાર્યસાધકત્વ પ્રયોગ વડે નક્કી કરી શકાય છે, અને તેમ કરવા માટે હાથાની શાફ્ટ ઉપર હાથાને બદલે પુલી બેસાડી તે પુલીની ફરતે એક દોરી વિંટાળી તે દોરીના છુટા છેડા સાથે એક ત્રાજવાનું પલ્લું (scale pan) બાંધવામાં આવે છે. આ પલ્લાંમાં વજનો મુકી Wને ઉપાડવા માટે જોઈતું ખરેખરૂં જોર Q સહેલાઇથી શોધી શકાય છે, એમાં Q = ત્રાજવાનાં પલ્લાંનું વજન + તેમાં મુકેલાં વજનો છે.

આ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડશે કે આપેલાં વજન Wને ઉપાડવા માટે જે ખરેખરૂં જોર Q જોઇએ છે તે થીઅરી પ્રમાણે મેળવેલાં જોર Pથી વધારે હોય છે.

પ્રયોગ દરમ્યાન જુદાં જુદાં વજનો W લઈ તેને ઉપાડવા માટે જોઇતાં ખરેખરાં જોરો Q મેળવી ખરેખરો યાંત્રિક લાભ $\frac{W}{Q}$ શોધી શકાય છે. પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડશે કે આ પ્રમાણ

જુદાં જુદાં સઘળાં વજનો W અને તેને ઉપાડવા માટેનાં ખરેખરાં સઘળાં જોરો Q માટે ચોકસ નિયંત સંખ્યા હોતી નથી, જેથી ખરેખરો યાંત્રિક લાભ $\frac{W}{Q}$ કાંઇક ફેરફાર થતો હોય છે, અને તે ઓછાં વજનો કરતાં ભારે વજનો માટે વધારે હોય છે.

પ્રયોગ દરમ્યાન Wને ઉપાડવા માટે Q જેટલું અંતર પસાર કરે તે માપી તે અંતરને તેજ વેળાએ W જેટલું અંતર પસાર કરે તે અંતર વડે ભાગવાથી ગતિનું પ્રમાણ X મળી શકે છે.

જો W = ઉપાડેલું વજન

Q = વજન Wને ઉપાડવા માટે જોઇતું ખરેખરૂં જોર

P = વજન Wને ઉપાડવા માટે થીઅરી પ્રમાણે જોઇતું જોર

$$X = \text{ગતિનું પ્રમાણ, એટલે } \frac{P \text{ વડે પસાર થતું અંતર}}{W \text{ વડે પસાર થતું અંતર}}$$

ત્યારે, $P = \frac{W}{X}$

યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{Q}$

ઘર્ષણ $= Q - P = Q - \frac{W}{X}$

વળી જો W ને એકમ અંતરે ઉપાડવામાં આવે ત્યારે,

$$\text{મશીનનું કાર્યસાધકત્વ} = \frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}} = \frac{W \times 1}{Q \times X} = \frac{\text{યાંત્રિક લાભ}}{\text{ગતિનું પ્રમાણ}}$$

વળી $\frac{W}{X} = P$, માટે

$$\text{મશીનનું કાર્ય સાધકત્વ} = \frac{P}{Q}$$

દાખલો ૫—૫૨ : ૧ નાં ગતિનાં પ્રમાણ સાથનાં એક લીફ્ટીંગ મશીન (વજનો ઉપાડવા માટેનાં યંત્ર) ઉપર પ્રયોગ કરતાં નીચે પ્રમાણેનાં પરિણામો મળ્યાં છે. એમાં W = ઉપાડેલું ખરેખરૂં વજન પૈાંડમાં અને Q = વજન W ને ઉપાડવા માટેનું ખરેખરૂં જોર પૈાંડમાં છે, તો દરેક પરિણામ માટે યાંત્રિક લાભ $\frac{W}{Q}$, થીઅરી પ્રમાણે જોઈતું જોર P, ઘર્ષણનો અવરોધ, અને મશીનનું કાર્યસાધકત્વ શોધો :—(૧) વજન W = ૨૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૦·૬ પૈાંડ છે, (૨) વજન W = ૪૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૧·૧ પૈાંડ છે, (૩) વજન W = ૬૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૧·૫૩ પૈાંડ છે, (૪) W = ૮૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૨ પૈાંડ છે, (૫) W = ૧૦૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૨·૪૮ પૈાંડ છે, (૬) W = ૧૨૦ પૈાંડ છે ત્યારે Q = ૨·૮૮ પૈાંડ છે.

(૧) જ્યારે W = ૨૦ પૈાંડ અને Q = ૦·૬ પૈાંડ છે, ત્યારે

યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{Q} = \frac{૨૦}{૦·૬} = \underline{૩૩·૩}$

થીઅરી પ્રમાણે જોઈતું જોર $P = \frac{W}{X} = \frac{૨૦}{૫૨} = \underline{૦·૩૮૪૬ \text{ પૈાંડ}}$

ઘર્ષણનો અવરોધ = Q − P = ૦·૬ − ૦·૩૮૪૬

= <u>૦·૨૧૫૪ પૈાંડ</u>

મશીનનું કાર્યસાધકત્વ $= \frac{W \times ૧}{Q \times X} = \frac{૨૦ \times ૧}{·૬ \times ૫૨}$

= ૦·૬૪૧

અથવા, $\frac{W}{X} = P$, અને X = ગતિનું પ્રમાણ છે.

∴ કાર્યસાધકત્વ $= \frac{P}{Q} = \frac{·૩૮૪૬}{·૬} = \underline{૦·૬૪૧}$

એજ પ્રમાણે બીજાં પરિણામો માટેના જવાબો શોધી શકાશે.

એકસરસાઇઝ ૩૭.

૧. એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેબનો હાથો બેરલના વ્યાસથી ત્રણ ગણો લાંબો છે; પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૬ અને ૮૦ દાંતા છે; તો હાથાને છેડે લાગુ પાડેલાં ૩૦ પૈાંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય? જો ક્રેબની એફીશીઅન્સી ૭૫ ટકા હોય તો શું જવાબ આવશે?

૨. એક ક્રેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઈંચ અને બેરલને વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. વ્હીલ અને પીનીઅનને અનુક્રમે ૮૦ અને ૧૨ દાંત છે. જો ક્રેબની એફીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય, તો (૧) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ, અને P તથા Wની ગતિનું પ્રમાણ શોધો, અને (૨) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં વ્યવહારમાં મળતો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ, તથા P અને Wની ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૩. એક ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં આપેલા બે હાથામાંના દરેક હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. પીનીઅનોમાં ૧૨ અને ૧૫ દાંતા છે, અને વ્હીલોમાં ૯૦ અને ૧૨૦ દાંતા છે. જો એકેક માણસ દરેક હાથા ઉપર ૪૦ પૈાંડનું જોર કરી ૧૦ મીનીટમાં એક ટનનું વજન ૨૦ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) વ્યવહારમાં મળતો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ શોધો, (૪) વજનને એક ફુટ ઉપાડતાં મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એફીશીઅન્સી ટકામાં શોધો, અને (૬) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર શોધો.

૪. એક ડબલ પરચેઝ ક્રેબના હાથાઓ ઉપર ચાર માણસો જોર કરે છે, અને દરેક માણસ ૨૦ પૈાંડનું જોર ઉત્પન્ન કરે છે. હાથાઓની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ, બેરલનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ અને દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. જો દરેક ડ્રાઈવીંગ પીનીઅનને ૧૫ દાંતા હોય, અને ફોલોઇંગ વ્હીલને ૬૦ અને ૮૦ દાંતા હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં

ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો ખર્ચ કરેલી શક્તિના ૩૦ ટકા ઘર્ષણ વિગેરે દુર કરવામાં ખર્ચ થાય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? વળી (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) શોધો, (૨) વ્યવહારિક યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ શોધો, (૪) વજનને એક ફુટ ઉપાડતાં મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એફીશીઅન્સી ટકામાં શોધો, (૬) જો દરેક માણસ ૧/૮ હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે તો એક મીનીટમાં તેઓ કેટલા ફુટની ઉંચાઈએ વજનને ઉપાડી શકશે ?

૫. એક ડ્રેબલ પરચેઝ ક્રેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે અને બેરલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. પીનીઅનના વ્યાસો ૩, ૫, અને ૭ ઇંચ, અને વ્હીલના વ્યાસો ૧૨, ૩૦, અને ૪૨ ઇંચ છે. જો હાથાને છેડે ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? અને વળી ચક્રોની દરેક જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૬. એક એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર ૧૬૦ દાંતાનું એક વ્હીલ સજ્જડ બેસાડેલું છે જેનો પીચ ૪ ઇંચ છે. આ વ્હીલ સાથે એક બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૫૦ દાંતાનું પીનીઅન ગીઅર કરેલું છે. આ પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર ૧૧૦ દાંતાનું અને ૩ ઇંચ પીચનું એક બીજું વ્હીલ સજ્જડ કરેલું છે જે ૩૦ દાંતાનાં પીનીઅનને ચલાવે છે. ક્રેંક આર્મ ૩ ફુટ લાંબો છે. તે દર મીનીટે ૨૫ આંટા ફરે છે, અને તેની ઉપર કાર્ય કરતું સરેરાશ દબાણ ૨ ૧/૪ ટન છે. તો દરેક શાફ્ટની ઝડપ શોધો, અને ચક્રોની દરેક જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૭. ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે એક ક્રેબ ગોઠવવાની છે જેની એફીશીઅન્સી ૭૫ ટકા છે. હાથાની લંબાઈ બેરલની ત્રિજ્યાથી ચારગણી છે. હાથાને છેડે લાગુ પાડવાનું જોર ૫૦ પૌંડ લઈ જોઈતી ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સની આકૃતિ કાઢો અને તે ઉપર દાંતાની સંખ્યા લખો. ચક્કરોને તેમનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવવાનાં છે.

૮. એક ક્રેનમાં હાથાને છેડે ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે. પીનીઅનને ૧૪ અને ૧૫ દાંતા, અને વ્હીલને ૮૪ અને ૯૦ દાંતા છે. જો ઉપાડવામાં આવતું વજન ૪૩૨૦ પૌંડ હોય તો બેરલનો વ્યાસ શોધો. જો એફીશીઅન્સી ૦.૭૫ લેવામાં આવે તો બેરલનો વ્યાસ કેટલો આવશે ?

૯. એક ક્રેબમાં W $1\frac{1}{2}$ ટન, અને P ૩૦ પૌંડ છે. પીનીઅનને ૧૨ અને ૧૬ દાંતા છે, અને વ્હીલને ૮૪ અને ૮૦ દાંતા છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે તો હાથાની લંબાઈ શોધો, અને ચક્કરોની જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૧૦. એક ક્રેનમાં આપેલી ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સમાં હાથાની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં પીનીઅનને ૧૧ દાંતા છે જે બીજી શાફ્ટ ઉપર આપેલાં ૯૨ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ શાફ્ટ ઉપર ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન બેસાડેલું છે જે ક્રેનનાં ચેન-બેરલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૭૨ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૮ ઈંચ છે, અને જે વર્તુલમાં હાથાનો છેડો ફરે છે તે વર્તુલનો વ્યાસ ૩૬ ઈંચ છે. તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. જો ક્રેનની એફીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૧૧. ૩૦ ટનની એક ક્રેનમાં જ્યારે સાંકળ બેરલ ઉપર લપેટાય છે તે વેળાએ તે સાંકળ ઉપર $7\frac{1}{2}$ ટનનું ખેંચાણ આવે છે. બેરલનો વ્યાસ ૨૨ ઇંચ અને સાંકળનો વ્યાસ ૨ ઇંચ છે. બેરલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં દાંતાનાં ચક્કરનો વ્યાસ પીચ લાઈન ઉપર ૪ ફુટ છે. તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં આ ચક્કરના દાંતા ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ? આ દબાણ પીચ લાઈન ઉપર કાર્ય કરે છે એમ માની લો.

૧૨. એક ક્રેનમાં ૧૨૨ પૌંડનાં જોર વડે ૩૨૬૫ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો યાંત્રિક લાભ કેટલો હશે ? જો એફીશીઅન્સી ૬૦ ટકા હોય તો P અને Wની ગતિનું પ્રમાણ કેટલું હશે ?

૧૩. વજન ઉપાડવા માટેની એક ક્રેનમાં ૨૪ પૈાંડનાં જોર વડે ૨૧૩૬ પૈાંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તેા યાંત્રિક લાભ શેાધેા. જો એફીશીઅન્સી ૦·૮૫ હેાય તેા P અને Wની ગતિનું પ્રમાણ કેટલું હશે? જો એજ ક્રેન ઉપર ૧૫ પૈાંડનાં જોર વડે ૬૪૫ પૈાંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તેા હવે એફીશીઅન્સી કેટલી હશે? ૧૨૪૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે, અને એફીશીઅન્સી તે વેળાએ કેટલી હશે?

૧૪. એક વિજળીથી ચલાવવામાં આવતી ઈલેકટ્રીક ઓવર હેડ ક્રેનમાં ૫ ટનનાં વજનને દર મીનીટે ૯૦ ફુટની ઝડપે ઉપાડવામાં આવે છે તેા હેાર્સ પાવર શેાધેા. એને વેાટમાં રૂપાંતર કરેા. વિજળીક મેાટર દાંતાનાં ચક્રરેા વડે ક્રેનને ચલાવે છે. જો આ ચક્રકામની એફીશીઅન્સી ૮૭ ટકા હેાય તેા મેાટરને ૨૨૦ વેાલ્ટના વિજળીક પ્રવાહના કેટલા એમ્પીઅર પુરા પાડવા જોઈશે?

૧૫. એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને વ્હીલને ૭૮ દાંતા છે. હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે. બેરલનેા વ્યાસ ૬ ઈંચ અને તે ઉપર વિંટાળવામાં આવતાં દેારડાંનેા વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. એમ માલમ પડયું છે કે હાથાને છેડે લાગુ પાડેલું ૧૫ પૈાંડનું જોર ૨૮૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવાને પુરતું છે, તેા મશીનની એફીશીઅન્સી શેાધેા.

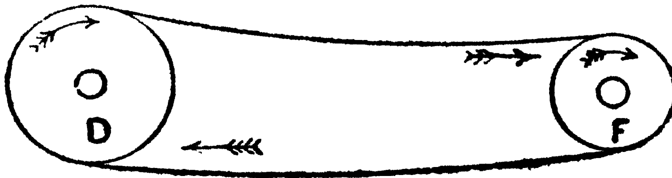
૧૬. એક હેન્ડ ક્રેનના હાથાની લંબાઈ ૧$\frac{૧}{૨}$ ફુટ છે. એમ માલમ પડયું છે કે વજનને એક ફુટ ઉપાડવા માટે હાથાને ૪૨ આંટા ફેરવવા પડે છે, અને ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ૩૭ પૈાંડનાં જોરની જરૂર પડે છે, તેા ક્રેનની એફીશીઅન્સી શેાધેા.

પ્રકરણ ૩જું

પુલીઓ વડે થતું ગતિનું સંચારણ—બેલ્ટ ગીઅરીંગ, રોપ ગીઅરીંગ, અને ચેન ગીઅરીંગ.

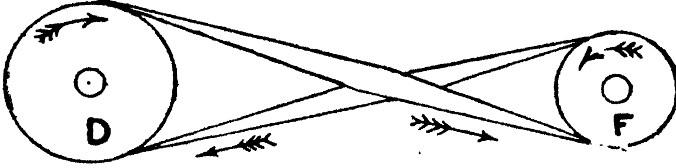
એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ પુલીઓ વડે જુદી જુદી રીતે કરવામાં આવે છે. જો એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ પુલીઓ અને પટા વડે કરવામાં આવે તો તે રીતને "**બેલ્ટ ગીઅરીંગ**" અથવા "**બેલ્ટ ડ્રાઈવીંગ**" કહેવામાં આવે છે. જો ગતિનું સંચારણ પુલીઓ અને દોરડાં વડે કરવામાં આવે તો તે રીતને "**રોપ ગીઅરીંગ**" અથવા "**રોપ ડ્રાઈવીંગ**" કહેવામાં આવે છે. જો ગતિનું સંચારણ કરવા માટે સાંકળ (chain ચેન)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો તે રીતને "**ચેન ગીઅરીંગ**" અથવા "**ચેન ડ્રાઈવીંગ**" કહેવામાં આવે છે.

બેલ્ટ ગીઅરીંગમાં ગતિનું પ્રમાણ—એક બીજીથી ઘણે દુર આવેલી બે શાફ્ટો કે જેઓ અકેકને સમાંતર હોય તેમાં એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર પાવર અથવા ગતિનું સંચારણ પુલીઓ



આકૃતિ ૧૫

અને નમનશીલ (વળી શકે એવા flexible)અને ખેંચાઈને લંબાઈ ન શકે એવા (inextensible) પટાઓ વડે કરવામાં આવે, અને જો પટો આકૃતિ ૧૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ખુલ્લો (ઓપન open) હોય તો બન્ને શાફ્ટ એકજ દિશામાં ફરશે, અને જો પટાને વિંટ આપેલો હોય એટલે પટો ક્રોસ (cross) હોય તો બન્ને શાફ્ટ એક બીજીથી ઉલટી દિશામાં ફરશે (જુઓ આકૃતિ ૧૬). શાફ્ટ D ઉપરથી શાફ્ટ



આકૃતિ ૧૬

Fને ગતિ આપવામાં આવે છે, માટે શાફ્ટ D અને તે ઉપરની પુલીને ડ્રાઇવર કહેવામાં આવે છે, અને શાફ્ટ F અને તે ઉપરની પુલીને ફોલોઅર કહેવામાં આવે છે. પુલીની રીમ અને પટા વચ્ચેનાં ઘર્ષણના અવરોધને લીધે પટો પુલી ઉપર સરતો નથી. તોપણ અમુક અંશે પટો પુલી ઉપર સરે છે, તેથી કેટલીક ગતિ વ્યર્થ જાય છે. પુલીઓ અને પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં જો આપણે પુલીની રીમ ઉપર પટો બીલકુલ સરતો નથી એમ માની લઈએ તો બન્ને પુલીની રીમની સપાટીનો વેગ એક સરખોજ આવશે, અથવા બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો બન્ને પુલીઓના પરિઘો આપેલા વખતમાં એકજ સરખું અંતર ચાલશે, અને તેટલા માટે બન્ને પુલીના આંટાઓ વચ્ચેનું પ્રમાણ જેમ ફ્રીકશન ગીઅરીંગની બાબતમાં આપણે શીખી ગયા તેમ આવશે એટલે બન્ને પુલીના આંટાઓ તેમના વ્યાસ અથવા ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. આકૃતિ ૧૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે જો

D = ડાઈવીંગ પુલી અથવા ડ્રાઇવિર Dનો વ્યાસ

F = ફોલોઅર અથવા ડ્રીવન પુલી Fનો વ્યાસ

N_D = અમુક વખતમાં ડ્રાઇવિર Dના આંટાની સંખ્યા
અને N_F = તેટલાજ વખતમાં ફોલોઅર Fના આંટાની સંખ્યા

ત્યારે $N_D : N_F :: F : D$

$$\therefore \; N_D \times D = N_F \times F$$

$$N_D = \frac{N_F \times F}{D}, \qquad D = \frac{N_F \times F}{N_D},$$

$$N_F = \frac{N_D \times D}{F}, \text{ અને } F = \frac{N_D \times D}{N_F}$$

દાખલો ૧—બે પુલીઓ કે જેઓને પટા વડે જોડેલી છે તેમના વ્યાસો ૩૦ ઈંચ અને ૧૨ ઈંચ છે. પહેલી એક મીનીટમાં ૮૦ આંટા ફરે છે તો બીજી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે?

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$૩૦ \times ૮૦ = N_F \times ૧૨$$

$$\therefore N_F = \frac{૩૦ \times ૮૦}{૧૨} = \underline{\text{૨૦૦ આંટા}}$$

દાખલો ૨—ડ્રાઇવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ, ફોલોઅરનો વ્યાસ ૩૫ ઈંચ, અને એક મીનીટમાં ફોલોઅરના આંટાની સંખ્યા ૯૦ છે, તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઇવિરના આંટાની સંખ્યા શોધો.

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$N_D \times ૧૮ = ૯૦ \times ૩૫$$

$$\therefore N_D = \frac{૯૦ \times ૩૫}{૧૮} = \underline{\text{૧૭૫ આંટા}}$$

દાખલો ૩—ડ્રાઇવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ છે અને તેના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૧૫૦ છે. ફોલોઅરને દર મીનીટે ૯૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો ફોલોઅરનો વ્યાસ કેટલો જોઈશે?

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$૧૫૦ \times ૩૦ = ૯૦ \times F$$

$$\therefore F = \frac{૧૫૦ \times ૩૦}{૯૦} = \underline{\text{૫૦ ઈંચ}}$$

દાખલો ૪—બે પુલીઓને પટા વડે જોડેલી છે, જેમના વ્યાસોનો સરવાળો ૩૦ ઈંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૫૦ આંટા ફરે છે, તો પુલીઓના વ્યાસો શોધો.

પુલીઓના વ્યાસો તેમના આંટાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે.

ધારોકે, D = દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી પુલીનો વ્યાસ,

અને F = તેટલાજ વખતમાં ૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી પુલીનો વ્યાસ.

ત્યારે $D : F :: N_F : N_D$

$:: ૫૦ : ૧૨૦$

$:: ૫ : ૧૨$

વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૫ + ૧૨ = ૧૭

$૧૭ : ૫ :: ૩૦'' : D$

$\therefore D = \frac{૩૦ \times ૫}{૧૭} =$ ૮.૮૨ ઇંચ.

$૧૭ : ૧૨ :: ૩૦'' : F$

$\therefore F = \frac{૩૦ \times ૧૨}{૧૭} =$ ૨૧.૧૭ ઇંચ

દાખલો ૫—બે પુલીઓ કે જેઓને પટા વડે જોડેલી છે તેઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૩ ઇંચ અને ૨૧ ઈંચ છે, અને તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો દર મીનીટે ૨૪૦ છે, તો દર મીનીટે દરેક પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો.

ધારોકે, N_D = દર મીનીટે ૩૩ ઈંચિ વ્યાસની પુલી Dના આંટાની સંખ્યા.

N_F = તેટલાજ વખતમાં ૨૧ ઇંચ વ્યાસની પુલી Fના આંટાની સંખ્યા.

$\therefore N_D : N_F :: F : D$

$:: ૨૧ : ૩૩$

$N_D : N_F :: ૭ : ૧૧$

આંટાનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૭ + ૧૧ = ૧૮

૧૮ : ૭ : : ૨૪૦ : N_D

$\therefore N_D = \frac{૨૪૦ \times ૭}{૧૮}$ = ૯૩.૩ આંટા

૧૮ : ૧૧ : : ૨૪૦ : N_F

$\therefore N_F = \frac{૨૪૦ \times ૧૧}{૧૮}$ = ૧૪૬.૬ આંટા

દાખલો ૬—બે પુલીઓન પટા વડે જોડેલી છે, અને તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૨૫ ઈંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૮૦ આંટા ફરે છે અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૨૮૦ આંટા ફરે છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસો શોધો ?

ધારોકે, D = દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ફરતી મોટી પુલીનો વ્યાસ.
અને F = દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ફરતી નાની પુલીનો વ્યાસ

ત્યારે D : F : : N_F : N_D
: : ૨૮૦ : ૮૦
D : F : : ૭ : ૨

વ્યાસોનાં પ્રમાણ વચ્ચેનો તફાવત = ૭ − ૨ = ૫

૫ : ૭ : : ૨૫ : D

$\therefore D = \frac{૨૫ \times ૭}{૫}$ = ૩૫ ઈંચ

૫ : ૨ : : ૨૫ : F

$\therefore F = \frac{૨૫ \times ૨}{૫}$ = ૧૦ ઈંચ

દાખલો ૭—આપેલા વખતમાં બે પુલીના આંટાની સંખ્યા વચ્ચેનો તફાવત ૭૫ છે, અને તેમની ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ ૨ : ૫ છે. તેમના વ્યાસોનો સરવાળો ૩૫ ઇંચ છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસ અને આપેલા વખતમાં તેમના આંટાની સંખ્યા નક્કી કરો.

ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ એટલે વ્યાસોનું પ્રમાણ ૨ : ૫ છે.

પ્રમાણનો સરવાળો = ૨ + ૫ = ૭

૭ : ૨ : : ૩૫ : F

$\therefore F = \frac{૩૫ \times ૨}{૭} =$ <u>૧૦ ઇંચ</u>

૭ : ૫ : : ૩૫ : D

$\therefore D = \frac{૩૫ \times ૫}{૭} =$ <u>૨૫ ઇંચ</u>

પ્રમાણનો તફાવત = ૫ – ૨ = ૩ છે.

૩ : ૫ : : ૭૫ : N_F

$\therefore N_F = \frac{૭૫ \times ૫}{૩} =$ <u>૧૨૫ આંટા</u>

૩ : ૨ : : ૭૫ : N_D

$\therefore N_D = \frac{૭૫ \times ૨}{૩} =$ <u>૫૦ આંટા</u>

દાખલો ૮—એક એન્જીન દર મીનીટે ૧૦૬ આંટાની સાધારણ ઝડપે ચાલે છે, અને તે ઝડપે એમ માલમ પડ્યું કે એક ડાયનામોને પટાવડે દર મીનીટે ૪૨૦ આંટાની ઝડપે તે ચલાવે છે. પણ પોતાના હમેશના સાધારણ કેન્ડલ પાવરે વિજળીક બત્તીઓને રોશની આપવા માટે ડાયનામોને દર મીનીટે ૪૬૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાની જરૂર પડી, તો એન્જીનને કેટલી ઝડપે ચલાવવું જોઈશે?

૪૨૦ : ૪૬૦ : : ૧૦૬ : R

$\therefore R = \frac{૪૬૦ \times ૧૦૬}{૪૨૦} =$ <u>૧૧૬ આંટા દર મીનીટે</u>

પટાનો સ્લીપ (Slip) એટલે પુલી ઉપર પટાનું સરવું તે—પટો પુલીની રીમ ઉપર ચાલુમાં ચોક્કસ અંશે સરે છે તેને પટાનો "સ્લીપ" કહેવામાં આવે છે. પટાના સ્લીપને લીધે પુલી અને પટાની વચ્ચેનો ઘર્ષણનો અવરોધ દુર કરવામાં શક્તિ વ્યર્થ જાય છે. પટાના સ્લીપનો જથ્થો એક સરખો હોતો નથી, અને તે સંચારણ થયલી શક્તિ ઉપર, અને પટો ટાઈટ અથવા ઢીલો હોય તેની ઉપર આધાર રાખે છે. પટાનો સ્લીપ કેટલો છે તે પ્રયોગ વડે શોધી

શકાય છે. પહેલાં $D \times N_D = F \times N_F$ ફોરમ્યુલા વડે ચલાવવામાં આવતી શાફ્ટ (ડ્રીવન શાફ્ટ) કેટલા આંટાની ઝડપે ફરવી જોઈએ તે શોધી કાઢવું, અને પછી ડ્રાઈવર અને ડ્રીવન એ બન્ને શાફ્ટના આંટાઓ બરાબર ચોક્કસ "રેવોલ્યુશન કાઉન્ટર" (શાફ્ટોના આંટાઓ ગણવાનું યંત્ર) વડે ગણવા. દાખલા તરીકે, ૩ ફુટ વ્યાસની એક પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરી ૧ ફુટ વ્યાસની બીજી પુલીને ચલાવે છે, ત્યારે ગતિનું પ્રમાણ $\frac{૩}{૧}$ = ૩ : ૧ છે, એટલે મોટી પુલી ૧૦૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં નાની પુલી ૩૦૦ આંટા ફરવી જોઈએ. પણ અજમાયશથી તપાસતાં માલમ પડ્યું કે નાની પુલી ૩૦૦ આંટાને બદલે ૨૮૫ આંટા ફરે છે, તો આ બાબતમાં ખરેખરૂં વ્યવહારમાં મળતું ગતિનું પ્રમાણ $\frac{૨૮૫}{૧૦૦} = \frac{૨.૮૫}{૧}$ = ૨.૮૫ : ૧ છે. એમાં ડ્રીવન શાફ્ટમાં આંટાની ખોટ ૩૦૦ આંટા દીઠ ૧૫ આંટાની છે, અથવા $\frac{૧૫ \times ૧૦૦}{૩૦૦}$ = ૫ ટકા સ્લીપ છે. આ પ્રમાણે ગતિમાં ૫ ટકાની ખોટ થાય છે, અને વળી તેજ પ્રમાણે તેટલાજ ટકા શક્તિમાં પણ ખોટ થાય છે.

દાખલો ૯—૩ ફુટ ત્રિજ્યાની એક પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપર ગતિનું સંચારણ કરે છે. જો પટાનો સ્લીપ ૧૦ ટકા હોય તો ફોલોઅરની ઝડપ કેટલી હશે ? જો પટા વડે ૫ બ્રેક હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય તો પટા ઉપર ચલાવનારૂં કાર્યસાધક દબાણ કેટલું આવશે ?

ત્રિજ્યા ૩ ફુટ છે, એટલે વ્યાસ = ૩ × ૨ × ૧૨ = ૭૨ ઇંચ

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૭૨ \times ૧૦૦ = ૩૬ \times N_F$$

$$N_F = \frac{૭૨ \times ૧૦૦}{૩૬} = ૨૦૦ \text{ આંટા}$$

આંટા આંટા આંટાનો સ્લીપ

૧૦૦ : ૨૦૦ :: ૧૦

∴ ૨૦૦ આંટા ઉપર કુલ સ્લીપ $= \frac{૨૦૦ \times ૧૦}{૧૦૦} =$ ૨૦ આંટા. ત્યારે, સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં ફોલોઅરના આંટાની સંખ્યા = ૨૦૦ − ૨૦ = ૧૮૦ આંટા.

૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ = તે પુલીનો પરિઘ = $(\frac{૩૬}{૧૨} \times \frac{૨૨}{૭})$ ફુટ. એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ = $(\frac{૩૬}{૧૨} \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૮૦)$ ફુટ.

$$\frac{\text{પટા ઉપરનું કાર્યસાધક ખેંચાણ} \times \text{ઝડપ એક મીનીટમાં}}{૩૩૦૦૦} = B.H.P.$$

∴ પટા ઉપરનું ખેંચાણ×એક મીનીટમાં ઝડપ=બ્રેક હોર્સપાવર×૩૩૦૦૦.

∴ પટા ઉપરનું ખેંચાણ $\times \frac{૩૬}{૧૨} \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૮૦ = ૫ \times ૩૩૦૦૦$.

∴ પટા ઉપરનું કાર્યસાધક ખેંચાણ $= \frac{૫ \times ૩૩૦૦૦ \times ૧૨ \times ૭}{૩૬ \times ૨૨ \times ૧૮૦} =$ ૯૭.૨ પૌંડ.

દાખલો ૧૦—દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપર ૫૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે. આ પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે એક ડાયનામોને દર મીનીટે ૧૨૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે. જો પટાનો સ્લીપ ૪ ટકા હોય તો ડાયનામો ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલી મુકવી જોઈશે ?

ધારો કે R = જ્યારે પટાનો સ્લીપ ન હોય ત્યારે ડાયનામોના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે

ત્યારે સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં R આંટા ઉપરનો કુલ સ્લીપ $= \frac{૪ R}{૧૦૦} = \frac{R}{૨૫}$ આંટા.

∴ સ્લીપ ધ્યાનમાં લઈએ તો સ્લીપ બાદ જતાં ખરેખરા આંટાની સંખ્યા = R − કુલ સ્લીપ

$$= R - \frac{R}{૨૫} = \frac{૨૪R}{૨૫}$$

પણ ખરેખરા આંટાની સંખ્યા સ્લીપ બાદ જતાં ૧૨૦૦ છે.

$$\therefore \frac{૨૪R}{૨૫} = ૧૨૦૦$$

$$\therefore R = \frac{૧૨૦૦ \times ૨૫}{૨૪} = ૧૨૫૦ \text{ આંટા.}$$

અથવા, ૧૦૦−૪=૯૬. ખરેખરા આંટા ખરેખરા આંટા કુલ આંટા

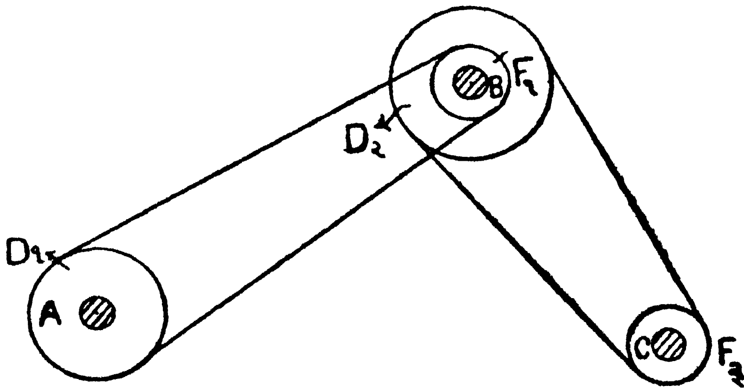
૯૬ : ૧૨૦૦ : : ૧૦૦

$$\frac{૧૨૦૦ \times ૧૦૦}{૯૬} = ૧૨૫૦ \text{ આંટા.}$$

$$૧૨૫૦ \times D = ૫૦ \times ૨૦૦$$

$$\therefore D = \frac{૫૦ \times ૨૦૦}{૧૨૫૦} = \underline{૮ \text{ ઇંચ}}$$

ટ્રેન ઓફ પુલીઝ (train of pulleys)—આગળ આપણે શીખી ગયા કે એક ધરી ઉપરથી બીજી ધરી ઉપર જો પુલીઓ અને પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે તો તે ધરીઓ ઉપર બેસાડેલી પુલીઓના આંટાની સંખ્યા તેમના વ્યાસનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં થશે. વ્યવહારમાં પુલીનાં કદની હદ હોય છે; અને તેટલા માટે જો એક ડ્રાઇવીંગ અને એક ફોલોઇંગ પુલી વાપરીએ તો બન્ને શાફટના આંટા વચ્ચેનાં પ્રમાણની પણ હદ આવી જશે. આ અડચણ દુર કરવા માટે એક વધારાની શાફ્ટ અને જુદા જુદા વ્યાસની બે



આકૃતિ ૧૭

વધારાની પુલીઓ વાપરવી પડશે. આ બાબતમાં પહેલી અને છેલ્લી શાફ્ટ ઉપર એકેકી પુલી આવશે અને વચગાળેની શાફ્ટ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસની બે પુલીઓ આવશે. આકૃતિ ૧૭માં આ "ટ્રેન ઓફ પુલીઝ" બતાવી છે. આ રચનામાં ગતિનું સંચારણ પુલીઓ D_1 અને F_1ની મદદ વડે શાફ્ટ A ઉપરથી શાફ્ટ B ઉપર અને પુલીઓ D_2 અને F_2ની મદદ વડે શાફ્ટ B ઉપરથી શાફ્ટ C ઉપર કરી વેગમાં વધારો કરવાની રીત દેખાડી છે. પણ જો ચલાવવાની ક્રિયા શાફ્ટ C ઉપરથી B ઉપર અને ત્યાંથી B ઉપરથી A ઉપર કરવામાં આવે તો વેગમાં ઘટાડો થશે. ગતિનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે શોધી શકાયઃ—

ધારો કે, D_1 અને D_2 = ડ્રાઇવીંગ પુલીઓના વ્યાસો,

F_1 અને F_2 = ફોલોઇંગ પુલીઓના વ્યાસો,

N_{D_1} અને N_{D_2} = એક મીનીટમાં ડ્રાઈવીંગ પુલીઓના આંટાની સંખ્યા,

N_{F_1} અને N_{F_2} = એક મીનીટમાં ફોલોઇંગ પુલીઓના આંટાની સંખ્યા

તો, પુલીઓ D_1 અને F_1ની પહેલી જોડી લેતાં

$$N_{D_1} \times D_1 = N_{F_1} \times F_1$$

$$\therefore N_{F_1} = \frac{N_{D_1} \times D_1}{F_1}$$

અને પુલીઓ D_2 અને F_2ની બીજી જોડી લેતાં—

$$N_{D_2} \times D_2 = N_{F_2} \times F_2,$$

પણ પહેલી ફોલોઈંગ પુલી F_1 દર મીનીટે જેટલા આંટા ફરે તેટલાજ આંટા બીજી ડ્રાઇવીંગ પુલી D_2 ફરશે, કારણ કે આ બન્ને પુલીઓ એકજ શાફ્ટ B ઉપર સજ્જડ કરેલી છે; માટે

$$N_{F_1} = N_{D_2}$$

$$\therefore N_{F_1} \times D_2 = N_{F_2} \times F_2$$

$$\text{પણ } N_{F_1} = \frac{N_{D_1} \times D_1}{F_1}$$

$$\therefore \frac{N_{D_1} \times D_1}{F_1} \times D_2 = N_{F_2} \times F_2$$
$$\therefore N_{D_1} \times D_1 \times D_2 = N_{F_2} \times F_2 \times F_1$$
$$\frac{N_{D_1}}{N_{F_1}} = \frac{F_1 \times F_2}{D_1 \times D_2}$$

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પહેલી ડ્રાઇવીંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા ગુણ્યા સઘળી ડ્રાઈવીંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર = છેલ્લી ફોલોઈંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા ગુણ્યા સઘળી ફોલોઈંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર.

દાખલો ૧૧—દર મીનીટે ૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક મેન શાફ્ટ કે જેની ઉપર ૧૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે તેની ઉપરથી ગતિનું સંચારણ પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ (counter shaft) ઉપર બેસાડેલી ૧૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે. ૧૫ ઈંચ વ્યાસની એક બીજી પુલી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલી છે, જે મશીનને ચલાવનારી ૬ ઇંચ વ્યાસની પુલીને ગતિ આપે છે; તો મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે તે શોધો. જો પટાનો સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો તે મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે ?

નિયમ:—અમુક વખતમાં પહેલી ડ્રાઇવીંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા × ડ્રાઇવીંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લી ફોલોઇંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા × ફોલોઈંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર, અથવા

$$N_{D_1} \times D_1 \times D_2 = N_{F_2} \times F_1 \times F_2$$
$$૬૦ \times ૧૨ \times ૧૫ = N_{F_2} \times ૧૦ \times ૬$$
$$\therefore N_{F_2} = \frac{૬૦ \times ૧૨ \times ૧૫}{૧૦ \times ૬} = \underline{૧૮૦ \text{ આંટા}}$$

૧૦૦ : ૧૮૦ : : ૫

$$\therefore \text{કુલ સ્લીપ} = \frac{૧૮૦ \times ૫}{૧૦૦} = ૯ \text{ આંટા}$$

ત્યારે સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં મશીનના આંટાની સંખ્યા = ૧૮૦–૯ = **૧૭૧ આંટા**

દાખલો ૧૨—એક એન્જીન પુલીઓ અને પટાની મદદ વડે એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પને ચલાવે છે. એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૩૬ ઈંચિ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટો તેની સામે આવેલી બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. આ શાફ્ટ ઉપર બીજી ૩૦ ઈંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે જે ઉપરથી પટા વડે ગતિને ત્રીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૮ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. એજ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૨૪ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપરથી પમ્પને ગતિ આપવામાં આવે છે. પમ્પ ઉપરની પુલીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. એન્જીન દર મીનીટે ૨૦૦ આંટા ફરે છે તો પટાનો સ્લીપ ધ્યાનમાં ન લેતાં પમ્પ તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે? જો પટાનો સ્લીપ સેંકડે ૮ ટકા હોય તો શું જવાબ આવશે?

$$N_{D_1} \times D_1 \times D_2 \times D_3 = N_{F_3} \times F_1 \times F_2 \times F_3$$

$$૨૦૦ \times ૩૬ \times ૩૦ \times ૨૪ = N_{F_3} \times ૧૬ \times ૧૮ \times ૯$$

$$\therefore N_{F_3} = \frac{૨૦૦ \times ૩૬ \times ૩૦ \times ૨૪}{૧૬ \times ૧૮ \times ૯} = \underline{૨૦૦૦ \text{ આંટા}}$$

$$૧૦૦ : ૨૦૦૦ : : ૮$$

$$\therefore \text{કુલ સ્લીપ} = \frac{૨૦૦૦ \times ૮}{૧૦૦} = ૧૬૦ \text{ આંટા}$$

$$\therefore \text{સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં પમ્પના આંટાની સંખ્યા} = ૨૦૦૦ - ૧૬૦$$

$$= \underline{૧૮૪૦ \text{ આંટા}}$$

દાખલો ૧૩—એક એન્જીન વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી એક મશીનને દર મીનીટે ૮૪૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનું છે. મશીન ઉપર આપેલી પુલીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. એન્જીન દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો એન્જીન તથા કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલીઓ બેસાડવી જોઇશે તે શોધો.

$$\text{એન્જીન અને મશીનની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ} = \frac{\text{મશીનની ઝડપ}}{\text{એન્જીનની ઝડપ}}$$

$$= \frac{\text{એન્જીનની પુલીનો વ્યાસ}}{\text{મશીનની પુલીનો વ્યાસ}}$$

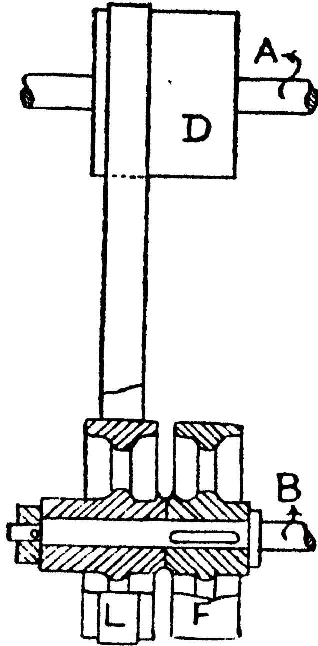
$$= \frac{૬૪૦}{૧૮૦} = \frac{૧૪}{૩}$$

$$= \frac{૪ \times ૩.૫}{૨ \times ૧.૫}$$

$$= \frac{૩૬}{૧૮} \times \frac{૨૧}{૯},$$

એટલે એન્જીન ઉપર ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૧૮ ઇંચ અને ૨૧ ઇંચ વ્યાસની પુલીઓ બેસાડવી જોઈશે. એન્જીનની ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૧૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવો જોઇશે, અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૨૧ ઇંચની પુલી ઉપરથી પટો મશીનની ૯ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવો જોઇએ.

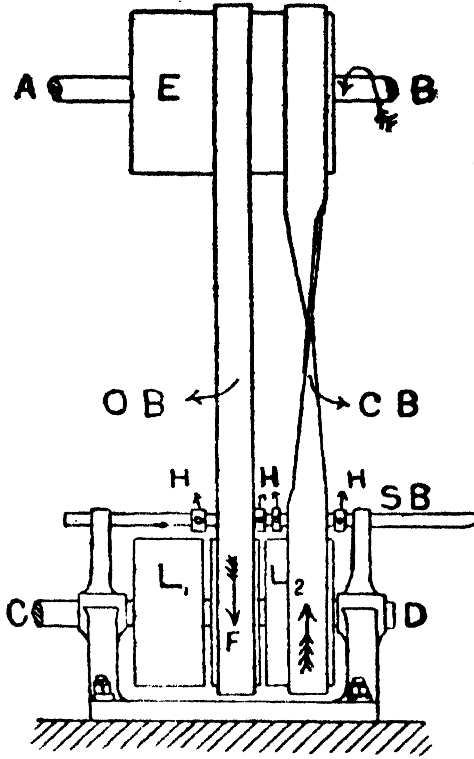
ફાસ્ટ અને લુસ પુલીઓ (Fast and loose pulleys) મશીન ઉપર પટા વડે પાવરનું સંચારણ કરવામાં સામાન્ય રચના એ હોય છે કે એન્જીન અથવા ઇલેક્ટ્રીક અથવા બીજી કોઇ પણ જાતની મોટર વડે ચલાવવામાં આવતી એક ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ ઉપરથી મશીનોને ચલાવવા માટે ગતિ મેળવવામાં આવે છે. આ ડ્રાઇવીંગ શાફ્ટ ઉપર એક પુલી બેસાડવામાં આવે છે જેને મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી પુલી સાથે પટા વડે જોડવામાં આવે છે. ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટને કશી પણ અસર કર્યા સિવાય મશીનની ગતિને બંધ કરી શકાય તેમજ ઉલટાવી શકાય તે માટે ફોલોઇંગ શાફ્ટ અથવા મશીનની શાફ્ટ ઉપર બે પુલી મુકવામાં આવે છે, જે દરેક પુલીની રીમ પટો રહી શકે એટલી પુરતી પહોળી હોય છે, અને આ બે પુલીઓમાંની એક, શાફ્ટ સાથે ચાવી અથવા સેટ સ્ક્રુની મદદ વડે સજ્જડ કરેલી છે જેને **"ફાસ્ટ પુલી"** કહે છે, જ્યારે બીજી પુલી શાફ્ટ ઉપર છુટી ફરી શકે એમ ઢીલી રાખવામાં આવે છે તેને **"લુસ પુલી"** કહે છે. આ રચના **"ફાસ્ટ અને લુસ પુલી"**ને નામે ઓળખાય છે, જે



આકૃતિ ૧૮

આકૃતિ ૧૮માં દેખાડી છે. એમાં ફાસ્ટ પુલીને શાફ્ટ સાથે ચાવી વડે સજ્જડ કરવાની રીત દેખાડી છે. ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ A. ઉપર સજ્જડ કરેલી પુલી D કે જે ઉપરથી ફાસ્ટ અને લુસ પુલી F અને L ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે તેની રીમની પહોળાઈ પટાની પહોળાઇથી બમણી રાખવામાં આવે છે. જ્યારે પટો ફાસ્ટ પુલી F ઉપર હશે ત્યારે ગતિનું સંચારણ પુલી D ઉપરથી F ઉપર થશે અને શાફ્ટ B ફરશે; પણ જ્યારે પટાને હઠાવી લુસ પુલી L ઉપર લાવવામાં આવે ત્યારે લુસ પુલી L શાફ્ટ B ઉપર ઢીલી હોવાથી માત્ર લુસ પુલી L ફરશે અને શાફ્ટ B ઉભી રહેશે. આ પ્રમાણે એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર પટો ખસેડવામાટે ફોર્ક એટલે ચીપીઆની રચના પુરી પાડવામાં આવે છે. કેટલીક બાબતમાં હાથ વડે અથવા બીજા સાદા ઉપાયો વડે પટો ખસેડવામાં આવે છે. પણ સાધારણ રચના એ હોય છે કે પુરી પાડેલી બે ગાઈડિસમાં આમ તેમ ખસી શકે એવો એક ચપટો સળીયો આપવામાં આવે છે, જે સળીયા ઉપર બે ચીપીઆ જડેલા હોય છે, જેની વચ્ચે પટો રહે છે. ચીપીઆનું દબાણ પટાની જે બાજુ પુલી તરફ આગળ વધતી હોય તે બાજુની ધાર ઉપર લગાડવામાં આવે છે. જુઓ આકૃતિ ૧૯ અને ૨૦.

પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલટી ગતિઓ મેળવવાની રીત (Reversing motion by belt gearing)— ઘણી જાતનાં મશીન–ટુલ્સમાં ઓજાર અથવા દાગીનાને પહેલાં



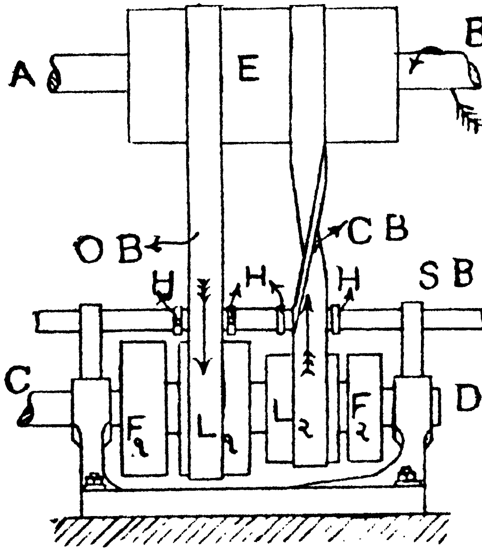
આકૃતિ ૧૯

એક દિશામાં અને પછી ઉલટી દિશામાં ચલાવવાની તેમજ મશીનને ચાલુ તથા બંધકરવાની જરૂર હોય છે. આમ કરવા માટે ફાસ્ટ અને લુસ પુલીઓ સાથે ઓપન અને ક્રોસ બેલ્ટનો સમૂહ વારંવાર પુરો પાડવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૧૯ અને ૨૦માં બતાવ્યું છે. આ રીવર્સીંગ મોશનની આકૃતિ ૧૯માં AB ડ્રાઇવીંગ શાફ્ટ છે જે હમેશાં એકજ દિશામાં ફર્યા કરે છે. CDએ ડ્રીવન શાફ્ટ છે જે એક સરખી ઝડપે બન્ને દિશામાં ચલાવવાની છે. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં આ શાફ્ટને મશીનની ટેબલ કે જે ઉપર દાગીનો સજ્જડ કરવામાં આવે છે તેની સાથે ટેબલની નીચે આપેલાં ચક્રકામ અને રેક–પીનીઅનની મદદ વડે અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે જોડવામાં આવે છે. શાફ્ટ AB ઉપર પુલી E ચાવી મારી સજ્જડ કરેલી છે જે પુલી એટલી પુરતી પહોળી રાખેલી છે કે તેનાં ઉપર પટો અમુક સ્થાનોએ સરી શકે. શાફ્ટ CD ઉપર L_1, F, અને L_2 એમ સરખા વ્યાસની ત્રણ પુલીઓ છે, જેમાંની F ફીક્સ્ડ પુલી છે જેને શાફ્ટ સાથે સજ્જડ કરેલી છે અને તેની પહોળાઈ પટાની પહોળાઈને અનુકુળ થાય એટલી રાખેલી હોય છે, અને પુલીઓ L_1 અને L_2 લુસ પુલીઓ છે જે શાફ્ટ ઉપર ઢીલી ફરે છે અને તેમની પહોળાઇ

ફીક્સ્ડ પુલી F થી બમણી છે જેથી પટા તેમની રીમ ઉપર બે સ્થાનોએ રહી શકે. બે પટાઓ વપરાયા છે, જેમાંનો એક ઓપન અને બીજો ક્રોસ છે, અને તેઓ એક બીજાના સંબંધે લેતાં કોઈ પણ સ્થાને એકજ સરખે અંતરે રહે છે, કારણ કે સ્લાઈડીંગ બાર SB ઉપર લગાડેલા ફોર્કસ (ચીપીઆ) H વડે તેઓ બન્નેને સાથે ખસેડવામાં આવે છે. આ ચીપીઆ પટાની જે બાજુ પુલી તરફ આગળ વધતી હોય તે બાજુ (advansing side) ઉપર કાર્ય કરે છે, તેથી સ્લાઈડીંગ બારની એક બાજુએ ચીપીઆની એક જોડ અને સામી બાજુએ બીજી જોડ લગાડવામાં આવે છે. આકૃતિમાં દેખાડેલાં સ્થાને ઓપન બેલ્ટ OB ફીક્સ્ડ પુલી Fની રીમ ઉપર મુકેલો છે અને ક્રોસ બેલ્ટ CB લુસ પુલી L_2ની રીમ ઉપર મુકેલો છે, તેથી લુસ પુલી L_2 શાફ્ટ ઉપર ઢીલી ફર્યા કરે છે અને ઓપન બેલ્ટ વડે શાફ્ટ CD શાફ્ટ ABની દિશામાં ફરે છે. જો સ્લાઈડીંગ બાર SBને ડાબી તરફ ફાસ્ટ પુલીના પહોળાઈ જેટલાં અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ક્રોસ બેલ્ટ લુસ પુલી L_2 ઉપરજ રહેશે અને ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી L_1 ઉપર આવશે. આ પ્રમાણે બન્ને પટાઓ લુસ પુલીઓ ઉપર હોવાથી તે પુલીઓ શાફ્ટ ઉપર માત્ર ઢીલી ફર્યા કરશે અને શાફ્ટ CD ફરતી બંધ પડશે, તેથી મશીન ચાલતું બંધ થશે. આ સ્થાનેથી જો પટાને હજી ડાબી તરફ તેટલાંજ અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી L_1 ઉપરજ રહેશે અને ક્રોસ બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી F ઉપર આવશે જેથી ઓપન બેલ્ટ વડે શાફ્ટ CD શાફ્ટ ABથી ઉલટી દિશામાં ફરવા માંડશે. આ પ્રમાણે શાફ્ટ CDને એક સરખી ઝડપે ગમે તે દિશામાં ફેરવવા અથવા તો જરૂર પડે એમ તે શાફ્ટ ફરતી અટકાવવા આપણે શક્તિમાન છીએ. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં જ્યાં આગળ કાપવાની ક્રિયા માત્ર એકજ દિશામાં થાય છે એટલે ટેબલના એકજ સ્ટ્રોક દરમ્યાન થાય છે તેમાં કાપ (cut) પુરો થયા પછી ટેબલને વળતા સ્ટ્રોકે વધારે ઉતાવળે ચલાવવામાં આવ્યાથી વખતનો બચાવ થાય છે. આ

પ્રમાણે ધીમી અને ઝડપી ગતિ મેળવવા માટે આગલી રચનામાં સુધારો કરી આકૃતિ ૨૦માં દેખાડયા પ્રમાણેની રચના વપરાય છે.

આકૃતિ ૨૦માં AB ડ્રાઇવીંગ શાફ્ટ છે જે હમેશાં એકજ દિશામાં ફર્યા કરે છે, અને તે ઉપર પુરતી પહોળાઈની એક પુલી અથવા ડ્રમ E ચાવી મારી સજ્જડ બેસાડેલું છે. CD એ ડ્રીવન શાફ્ટ (અથવા જે પ્લેનીંગ મશીનમાં સ્ક્રુ વડે ટેબલને ગતિ આપવામાં આવે છે તેની બાબતમાં સ્ક્રુ) છે, જે અમુક ઝડપે એક દિશામાં ચલાવવાની છે અને તેથી ઉલટી દિશામાં જુદી ઝડપે ચલાવવાની છે અથવા તો સ્થિર રાખવાની છે તે ઉપર ચાર પુલીઓ F_1, L_1, L_2, અને F_2 મુકેલી છે. આ પુલીઓમાંની F_1 અને F_2 શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલી છે અને તેમની રીમની પહોળાઈ પટાની પહોળાઇને અનુકુળ છે. L_1 અને L_2 લુસ પુલી છે જેઓ શાફ્ટ ઉપર ઢીલી ફરે છે, અને તે દરેકની પહોળાઈ પટાની બેવડી પહોળાઈ જેટલી છે. F_1 અને L_1ના વ્યાસ એક સરખા છે કે જેઓ L_2 અને F_2 કે જેમના વ્યાસ પણ સરખા છે તેમનાથી જુદા છે. જો પટાઓ આકૃતિમાં દેખાડેલું સ્થાન ધારણ કરે તો શાફ્ટ CD ફરતી બંધ થશે, કારણ કે ઓપન બેલ્ટ OB લુસ પુલી L_1 ઉપર અને ક્રોસ બેલ્ટ CB લુસ પુલી L_2 ઉપર છે. જો સ્લાઈડીંગ બાર SBની મદદ વડે બન્ને પટાઓને એક વેળાએ ફાસ્ટ પુલીની પહોળાઈ જેટલાં



આકૃતિ ૨૦

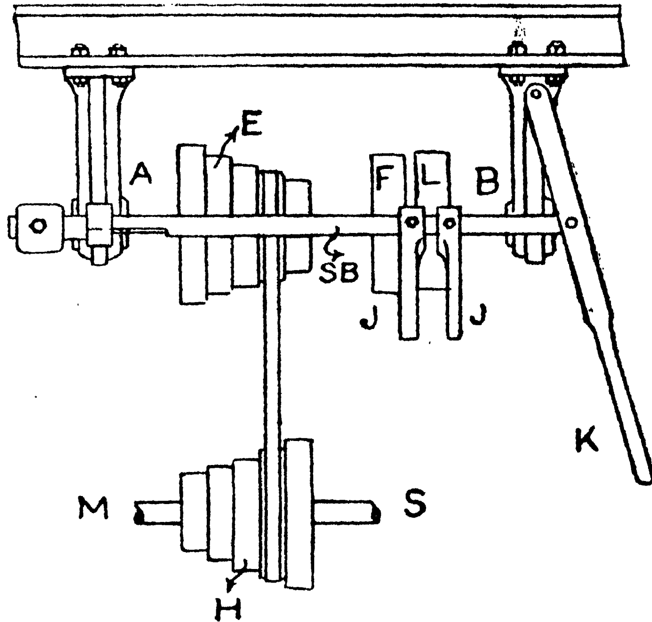
અંતરે જમણી તરફ ખસેડવામાં આવે તો ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી L_1 ઉપરજ રહેશે અને ક્રોસ બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી F_2 ઉપર આવશે. પરિણામે શાફ્ટ CD ક્રોસ બેલ્ટ વડે શાફ્ટ ABથી ઉલટી દિશામાં ફરવા માંડશે. આ વેળાએ શાફ્ટ AB ઓપન બેલ્ટ વડે કરવામાં આવતી ચલાવવાની ક્રિયાની ઝડપ કરતાં વધુ ઝડપે ફરશે. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં આ વેળાએ દાગીના ઉપર કાપ નહી લેતી વેળાના વળતા સ્ટ્રોકે ટેબલ વધુ વેગથી ચાલશે. જો સ્લાઇડીંગ બારને ડાબી તરફ ફાસ્ટ પુલીની પહોળાઈ જેટલાં અંતરે ખસેડવામાં આવે તો આકૃતિમાં દેખાડયા પ્રમાણેનાં સ્થાને બન્ને પટાઓ પાછા આવશે, અને શાફ્ટ CD ફરતી બંધ થશે. આ સ્થાનેથી જો પટાઓને ડાબી તરફ તેટલાંજ અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ક્રોસ બેલ્ટ લુસ પુલી L_2 ઉપરજ રહેશે અને ઓપન બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી F_1 ઉપર આવશે, જેથી શાફ્ટ CDને ચલાવવાની ક્રિયા ઓપન બેલ્ટ વડે થશે અને શાફ્ટ CD શાફ્ટ ABની દિશામાં આગળ કરતાં (એટલે ક્રોસ બેલ્ટ વડે થતી ચલાવવાની ક્રિયાની ઝડપ કરતાં) કાંઇક ધીમી ઝડપે ફરવા માંડશે; જેથી પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં કટીંગ સ્ટ્રોક વેળાએ ટેબલ ધીમી ઝડપે ચાલશે, કારણ કે ડ્રાઇવીંગ પુલી Eનો વ્યાસ કાયમ રહ્યો છે, છતાં ડ્રીવન પુલીનો વ્યાસ આગળ કરતાં મોટો થયો છે; એટલે ક્રોસ બેલ્ટ વડે ડ્રીવન પુલી F_2 ઉપર ચલાવવાની ક્રિયા જે ઝડપે થાય છે તે ઝડપ કરતાં ઓપન બેલ્ટ વડે ડીવન પુલી F_1 ઉપર ચલાવવાની ક્રિયા ધીમી ઝડપે થાય છે, કારણકે પુલી F_2 કરતાં પુલી F_1 મોટી છે. જો ઇચ્છા હોય તો શાફ્ટ AB ઉપર જુદા જુદા વ્યાસની બે પુલીઓ બેસાડવી અને નીચલી શાફ્ટ ઉપરની સઘળી પુલીઓના વ્યાસ એક સરખા રાખવા કે જેથી પરિણામ આગળનાં જેવુંજ આવે.

સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ (Stepped Speed Cones)—કેટલાંક મશીન–ટુલ્સ, જેવાં કે લેથ, શેપીંગ મશીન, સ્લોટીંગ મશીન, ડ્રીલીંગ મશીન, વિગેરેને તે ઉપર કરવામાં આવતાં જુદાં જુદાં કામને

અનુકુળ આવે તેવી જુદી જુદી ઝડપોએ મુખ્ય ચલાવનારી શાફ્ટની ગતિને અસર કર્યા સિવાય ચલાવવાનું ઇચ્છિત હોય છે. આમ કરવા માટે મશીનને ચલાવવાની વ્યવસ્થા જુદા જુદા વ્યાસની પુલીઓ વડે કરવામાં આવે છે. સામાન્ય વ્યવસ્થા એ હોય છે કે જુદા જુદા વ્યાસની હારબંધ પુલીઓ એક બીજીની અડોઅડ આવે એમ સાથે એકજ ટુકડે ઓતી (કાસ્ટ કરી) લેવામાં આવે છે. એમાં ડ્રાઇવર અને ફોલોઅર એ બન્નેના વ્યાસો સરખા રાખવામાં આવે છે, પણ તે ઉપરની સ્પીડો (પુલીઓ) એક બીજીથી ઉલટી ગોઠવવામાં આવે છે. એવી પુલીઓને **"સ્પીડ પુલીઝ"** અથવા **"સ્પીડ કોન્સ"** અથવા **"સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ"** કહે છે. આવી બાબતમાં સામ સામે આવતી સ્પીડની દરેક જોડીના વ્યાસોનો સરવાળો એક સરખોજ હોય છે. આકૃતિ ૨૧માં સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ વડે જુદી જુદી ઝડપો મેળવવા માટેની રચના બતાવી છે, જે ઘણી ખરી એન્જીનીયરીંગ વર્કશોપ્સમાં નજરે પડે છે.

એમાં ઉપલી અથવા કાઉન્ટર શાફ્ટ જેની બેરીંગ A અને B આગળ રાખેલી છે તેને મેન શાફ્ટ (main shaft) ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે, અને તે શાફ્ટ ઉપર એક ફાસ્ટ પુલી F, એક લુસ પુલી L, અને ડ્રાઇવીંગ સ્પીડ કોન E બેસાડેલાં છે. શાફ્ટ MS એ મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ છે જેને પાંચ જુદી જુદી ઝડપે ચલાવવાની જરૂર છે. સ્પીડ કોન Hને તે ઉપર ચાવી વડે સજજડ કરેલો છે, પણ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના કોન Eથી તેને ઉલટો બેસાડ્યો છે એટલે સૌથી મોટી સ્પીડ (પુલી)ની સામે સૌથી નાની સ્પીડ અને સૌથી નાની સ્પીડની સામે સૌથી મોટી સ્પીડ આવે એમ બેસાડવામાં આવે છે, જેથી કરીને કોન Eનાં કોઈ પણ સ્પીડ ઉપરથી તેની સામેના કોન Hની સ્પીડ ઉપર કોન Eની ગતિનું સંચારણ કરી શકાય. એક બીજીની સામ સામે આવતી સ્પીડના વ્યાસોનો સરવાળો નિયંત છે, અને એક સ્પીડ ઉપરથી તેની પાસે આવતી

બીજી સ્પીડના વ્યાસનો વધારો સઘળી વખતે એક સરખો હોય છે. પટાને ચીપીઆ (forks) J વડે ખસેડવામાં આવે છે જેને લીવર K



આકૃતિ ૨૧

વડે ચલાવવામાં આવતા સ્લાઇડીંગ બાર SB ઉપર સજ્જડ કરેલા છે.

સ્પીડ કોન્સની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીતઃ-

જો સ્પીડ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ અને સૌથી નાની સ્પીડના વ્યાસો આપેલા હોય તો નીચલા નિયમ પ્રમાણે વચગાળેની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરી શકાયઃ—

ધારોકે, D = સ્પીડ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ એટલે પુલીનો વ્યાસ,
d = સ્પીડ કોનની સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ,
I = એક સ્પીડથી તેની પાસેની બીજી સ્પીડ સુધી વ્યાસમાં થતો વધારો,
અને N = સ્પીડ કોનમાં સ્પીડ અથવા પુલીની સંખ્યા.

ત્યારે, $I = \frac{D - d}{N - 1}$ છે.

દાખલો ૧૪—એક પાંચ સ્પીડવાળા સ્પીડ કોનમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૭ ઈંચ છે, તો વચગાળેની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરો.

સ્પીડના વ્યાસોમાં થતો સરખો વધારો $= I = \frac{D - d}{N - ૧}$

$= \frac{૧૫ - ૭}{૫ - ૧} = \frac{૮}{૪} = ૨$ ઈંચ

ત્યારે વચગાળેની સ્પીડના વ્યાસો $= ૭ + ૨ = ૯''$;

$૯ + ૨ = ૧૧''$; અને $૧૧ + ૨ = ૧૩''$.

૯ ઈંચ, ૧૧ ઈંચ, અને ૧૩ ઈંચ

દાખલો ૧૫—એક કાઉન્ટર શાફ્ટને દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી મેન અથવા લાઈન શાફ્ટ ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. મેન શાફ્ટ ઉપર ૨૪ ઈંચ વ્યાસની પુલી સજ્જડ કરેલી છે, જે ઉપરથી પટાને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૧૫ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. વળી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ચાર સ્પીડનો કોન બેસાડેલો છે, જેમાં મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ અને નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટના કોન ઉપરથી ગતિનું સંચારણ મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ ઉપર થાય છે, જે શાફ્ટ ઉપર પણ એવોજ કોન ઉલટી દિશામાં ચાવીથી સજ્જડ કરેલો છે, તો મશીન–શાફ્ટના મળી શકતા આંટાની સઘળી સંખ્યા નક્કી કરો.

સ્પીડના વ્યાસમાં થતો સરખો વધારો $= I = \frac{D - d}{N - ૧} = \frac{૧૫ - ૯}{૪ - ૧} = ૨$ ઈંચ.

∴ સ્પીડના વ્યાસો $= ૧૫''$, $૧૩''$, $૧૧''$, અને $૯''$.

દર મીનીટે કાઉન્ટર શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા $= \frac{૧૨૦ \times ૨૪}{૧૫}$

$= ૧૯૨$ આંટા.

(૧) જો ચલાવવાની ક્રિયા કાઉન્ટર કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ ઉપરથી મશીન શાફ્ટના કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર કરવામાં

આવે તો ડ્રાઇવિરનો વ્યાસ ૧૫" અને ફોલોઅરનો વ્યાસ ૯" છે, અને ડ્રાઇવિરના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૧૯૨ છે, તો

$$૧૯૨ \times ૧૫ = N_F \times ૯$$

$$\therefore N_F = \frac{૧૯૨ \times ૧૫}{૯} = \underline{૩૨૦ \text{ આંટા}}$$

(૨) ઉપલી સ્પીડ પછી આવતી તેની પાસેની બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવવાની ક્રિયા કરવામાં આવે તો ડ્રાઇવિરનો વ્યાસ ૧૩ ઈંચિ અને ફોલોઅરનો વ્યાસ ૧૧ ઈંચિ છે,

$$\therefore ૧૯૨ \times ૧૩ = N_F \times ૧૧$$

$$N_F = \frac{૧૯૨ \times ૧૩}{૧૧} = \frac{૨૪૯૬}{૧૧} = \underline{૨૨૬\cdot૯ \text{ આંટા}}$$

(૩) ત્યાર પછીની બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવતાં ડ્રાઇવિરનો વ્યાસ ૧૧" અને ફોલોઅરનો વ્યાસ ૧૩ ઈંચ છે.

$$\therefore ૧૯૨ \times ૧૧ = N_F \times ૧૩$$

$$\therefore N_F = \frac{૧૯૨ \times ૧૧}{૧૩} = \underline{૧૬૨\cdot૪૬ \text{ આંટા}}$$

(૪) તેની પછી બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવતાં ડ્રાઇવિરનો વ્યાસ ૯ ઇંચ અને ફોલોઅરનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ છે,

$$\therefore ૧૯૨ \times ૯ = N_F \times ૧૫$$

$$\therefore N_F = \frac{૧૯૨ \times ૯}{૧૫} = \frac{૫૭૬}{૫} = \underline{૧૧૫\cdot૨ \text{ આંટા}}$$

સ્પીડ કોન્સ વડે મશીનને ચલાવવાની રચનામાં જો નીચે આપેલી ચાર સંજ્ઞામાંની કોઈપણ એક સંજ્ઞા આપવામાં આવી ન હોય તો તેને નીચે પ્રમાણેની રીતે શોધી શકાયઃ—

(૧) જે વેળાએ પટો ડ્રાઇવીંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ ઉપર હોય તે વેળાએ આપેલા વખતમાં મશીન–શાફ્ટ અથવા ફોલોઇંગ શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સાથી ત્વરિત ગતિ.

(૨) જે વેળાએ પટો ડ્રાઈવીંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર હોય તે વેળાએ તેટલાજ વખતમાં મશીન–શાફ્ટ અથવા ફોલોઈંગ શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સૌથી ધીમી ગતિ.

(૩) કોનની મોટી સ્પીડનો વ્યાસ, અને

(૪) કોનની નાની સ્પીડનો વ્યાસ.

ધારો કે, N = આપેલા વખતમાં મશીન–શાફ્ટની સૌથી વધુમાં વધુ ત્વરિક ગતિ એટલે આંટાની સંખ્યા.

n = તેટલાજ વખતમાં મશીન–શાફ્ટની સૌથી ઓછામાં ઓછી ધીમી ગતિ એટલે આંટાની સંખ્યા.

D = કોનની મોટી સ્પીડનો વ્યાસ.

d = કોનની નાની સ્પીડનો વ્યાસ.

જ્યારે પટો ડ્રાઈવીંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ D ઉપર અને તે વેળાએ ફોલોઈંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ d ઉપર હોય, ત્યારે ડ્રાઈવીંગ કોનના એક આંટા માટે ફોલોઈંગ કોન અથવા મશીન–શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા $N = \frac{D \times 1}{d} = \frac{D}{d}$

જ્યારે પટો ડ્રાઈવીંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ d ઉપર અને ફોલોઈંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ D ઉપર હોય, ત્યારે ડ્રાઈવીંગ કોનના એક આંટા માટે ફોલોઈંગ કોન અથવા મશીન–શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા $n = \frac{d \times 1}{D} = \frac{d}{D}$ છે.

$$\text{ત્યારે } N : n :: \frac{D}{d} : \frac{d}{D}$$

$$\therefore \frac{Nd}{D} = \frac{nD}{d}, \text{ અથવા } Nd^2 = nD^2$$

$$\therefore N = \frac{nD^2}{d^2}, \quad d = D\sqrt{\frac{n}{N}}$$

$$n = \frac{Nd^2}{D^2}, \text{ અને } D = d\sqrt{\frac{N}{n}}$$

દાખલો ૧૬—એક પાવર લેથની મેન્ડ્રીલને દર મીનીટે સૌથી વધુમાં વધુ ૩૭૫ આંટા અને સૌથી ઓછામાં ઓછા ૯૦ આંટાની અંતિમ ઝડપોએ ચલાવવાની છે. કોનની સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ છે, તો સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ શોધો.

$$N : n : : \frac{D}{d} : \frac{d}{D}$$

$$\frac{Nd}{D} = \frac{nD}{d}$$

$$\therefore Nd^{૨} = nD^{૨}$$

$$૩૭૫ \times d^{૨} = ૯૦ \times ૧૫ \times ૧૫$$

$$\therefore d^{૨} = \frac{૯૦ \times ૧૫ \times ૧૫}{૩૭૫} = ૫૪$$

$$d = \sqrt{૫૪} = \underline{૭{\cdot}૩૪ \text{ ઈંચ}}$$

વચગાળેનાં ગતિનાં પ્રમાણોના એક સરખા ઘટાડા સાથે અમુક અંતિમ ગાતનાં પ્રમાણ મેળવવા માટે સ્પીડ કોનની જોડીની સ્પીડ અથવા સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત:—

ધારોકે, V = સૌથી મોટું ગતિનું પ્રમાણ.

$V_{૧}$ = સૌથી નાનું ગતિનું પ્રમાણ.

N = સ્પીડ કોનમાં સ્પીડ અથવા સ્ટેપની સંખ્યા.

D = સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ

d = સૌથી નાની સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ.

આ બે વ્યાસો D અને dમાંથી માત્ર એક વ્યાસ આપેલો હોય, ત્યારે દર સ્પીડ દીઠ ગતિનાં પ્રમાણમાં થતો એક સરખો

વધારો $= \dfrac{V - V_{૧}}{N - ૧}$.

પણ, $V \times d = D$

$$\therefore d = \frac{D}{V}$$

અને દરેક બાબતમાં વ્યાસોનો સરવાળો $= D + d$.

સ્પીડ કોનના વ્યાસો નક્કી કરવા માટે પહેલાં જુદાં જુદાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવાં જોઈએ, અને ત્યાર પછી સૌથી મોટા અને સૌથી નાના વ્યાસોના સરવાળાને ગતિનાં પ્રમાણોનાં પ્રમાણમાં નીચે આપેલા દાખલામાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિભક્ત કરવો જોઈએ.

દાખલો ૧૭—સ્પીડ કોનની જોડી વડે ૭ : ૧ અને ૨ : ૧નાં બે અંતિમ ગતિનાં પ્રમાણ મેળવવા માટે તે સ્પીડ કોનની જોડીના વ્યાસો નક્કી કરો, અને ત્રણ વચગાળેની સ્પીડ શોધો. સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે.

આ દાખલામાં $V = ૭$, $V_૧ = ૨$, અને $N = ૫$ છે.

$\therefore$ દર સ્પીડ દીઠ ગતિનાં પ્રમાણમાં થતો વધારો $= \frac{V - V_૧}{N - ૧}$

$$= \frac{૭ - ૨}{૫ - ૧} = \frac{૫}{૪}$$

$$= ૧\frac{૧}{૪}$$

$\therefore$ ગતિનાં પ્રમાણો = ૨ : ૧, ૩$\frac{૧}{૪}$: ૧, ૪$\frac{૧}{૨}$: ૧, ૫$\frac{૩}{૪}$: ૧, અને ૭ : ૧.

સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે, અને સૌથી મોટું ગતિનું પ્રમાણ ૭ : ૧ છે.

$$\therefore D = V \times d$$
$$= ૭ \times ૫$$
$$= ૩૫ \text{ ઇંચ.}$$

સૌથી મોટી અને સૌથી નાની સ્પીડના વ્યાસોનો સરવાળો $= D + d$

$$= ૩૫ + ૫$$
$$= ૪૦ \text{ ઇંચ.}$$

આ વ્યાસોના સરવાળા ૪૦ ઇંચને બાકી રહેલાં ગતિનાં પ્રમાણો, જેવાં કે—૨ : ૧, ૩$\frac{૧}{૪}$: ૧, ૪$\frac{૧}{૨}$: ૧, અને ૫$\frac{૩}{૪}$: ૧નાં પ્રમાણમાં વિભક્ત કરવાનો છે.

(૧) ૨ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટેની સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

૨ + ૧ = ૩

૩ : ૨ : : ૪૦ : હેડ સ્ટૉકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ.

∴ હેડ સ્ટૉકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૨ \times ૪૦}{૩}$ = <u>૨૬$\frac{૨}{૩}$ ઇંચ.</u>

૩ : ૧ : : ૪૦ : કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ.

∴ કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૧ \times ૪૦}{૩}$ = <u>૧૩$\frac{૧}{૩}$ ઇંચ.</u>

(૨) ૩$\frac{૧}{૪}$: ૧ એટલે ૧૩ : ૪નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

૧૩ + ૪ = ૧૭

હેડ સ્ટૉકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૧૩ \times ૪૦}{૧૭}$ = <u>૩૦$\frac{૧૦}{૧૭}$ ઇંચ</u>

કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૪ \times ૪૦}{૧૭}$ = <u>૯$\frac{૭}{૧૭}$ ઇંચ</u>

(૩) ૪$\frac{૧}{૨}$: ૧ એટલે ૯ : ૨નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

૯ + ૨ = ૧૧

હેડ સ્ટૉકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૯ \times ૪૦}{૧૧}$ = <u>૩૨$\frac{૮}{૧૧}$ ઇંચ</u>

કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૨ \times ૪૦}{૧૧}$ = <u>૭$\frac{૩}{૧૧}$ ઇંચ</u>

(૪) ૫$\frac{૩}{૪}$: ૧ એટલે ૨૩ : ૪નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

૨૩ + ૪ = ૨૭

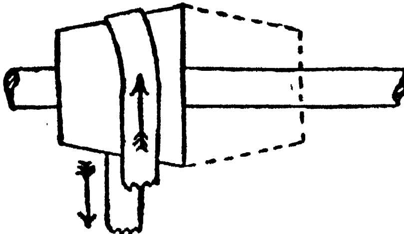
હેડ સ્ટૉકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૨૩ \times ૪૦}{૨૭}$ = <u>૩૪$\frac{૨}{૨૭}$ ઇંચ</u>

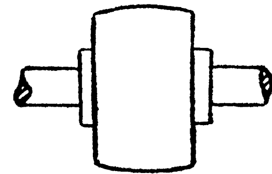
કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ = $\frac{૪ \times ૪૦}{૨૭}$ = ૫$\frac{૨૫}{૨૭}$ ઇંચ

જવાબો:—

કાઉન્ટર શાફ્ટના સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો = ૫, ૫$\frac{૨૫}{૨૭}$, ૭$\frac{૩}{૧૧}$, ૯$\frac{૭}{૧૭}$, ૧૩$\frac{૧}{૩}$ ઇંચ, અને હેડ સ્ટોકના સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો અનુક્રમે = ૩૫, ૩૪$\frac{૨}{૨૭}$, ૩૨$\frac{૮}{૧૧}$, ૩૦$\frac{૧૦}{૧૭}$, ૨૬$\frac{૨}{૩}$ ઇંચ.

પુલીની રીમના આકાર—ચપટા પટા માટે પુલીની રીમ તેનાં છેદચિત્ર (cross section)ની બહારની બાજુ ઉપર સીધી અથવા બાહ્યગોળ હોય છે. સાદી નજરે એમ માલમ પડશે કે પટો રીમની બહારની બાહ્યગોળ સપાટી ઉપર રહે તેનાં કરતાં સીધી સપાટી ઉપર વધુ સારી રીતે રહી શકે; અને વળી જો રીમની બહારની બાજુ અંતર ગોળ હોય તે હજી પટો પડી જવાની સામે વધુ મજબુતીથી રીમ ઉપર રહી શકે. પણ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડે છે કે ચપટો પટો પુલીના સૌથી મોટા વ્યાસ ઉપર દોડવાનું વલણ કરે છે. આકૃતિ ૨૨માં એક શંકુ આકારની (કોનીકલ conical) પુલી લઈએ તો માલમ પડશે કે પટો પુલીની ફેસ ઉપર ખુણો કરે છે, અને પટાનો દરેક ભાગ જે પુલી ઉપરથી પસાર થાય છે તે

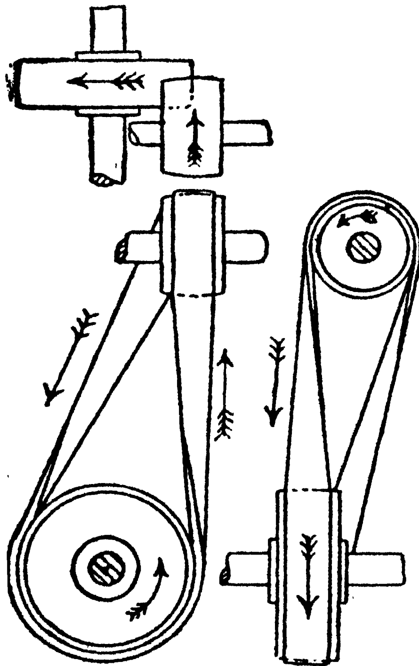

આકૃતિ ૨૨


આકૃતિ ૨૩

તેની આગળ ગયલા ભાગ કરતાં પુલીના મોટા વ્યાસની વધારે નજદીક છે. પણ પટો એક વાર પુલી સાથે સંબંધમાં આવે કે પછી જ્યાંસુધી તે બીજી બાજુએ છુટો થાય ત્યાંસુધી સરકયા વિના તેની સાથે સંબંધમાં રહે છે. તેટલા માટે પરિણામ એ આવે છે કે છેવટે

પટા સૌથી ઉંચા ભાગ તરફ પહોંચે છે, અને તે ઉપરથી પડી જતો અટકાવવા માટે એવીજ જાતની બીજી શંકુ આકારની (કોનીકલ) પુલી આકૃતિમાં અંકિત લીટી વડે દેખાડયા પ્રમાણે તેમના પાયા સાથે પાયા અથડાવી મુકવામાં આવે છે. આ ઉપરથી પુલીની રીમ ઉપર જે બાહ્યગોળ આકાર જોવામાં આવે છે તેનું કારણ મળે છે. આ આકારની રીમવાળી પુલી આકૃતિ ૨૩માં દેખાડી છે. ઉંચ વેગ માટે રીમની પહોળાઈના દર એક ફુટ દીઠ આશરે $\frac{1}{8}$ ઇંચથી $\frac{1}{16}$ ઇંચ, અને ધીમા વેગ માટે દરેક ફુટ દીઠ $\frac{1}{4}$ ઇંચની ગોળાઈ રાખવામાં આવે છે.

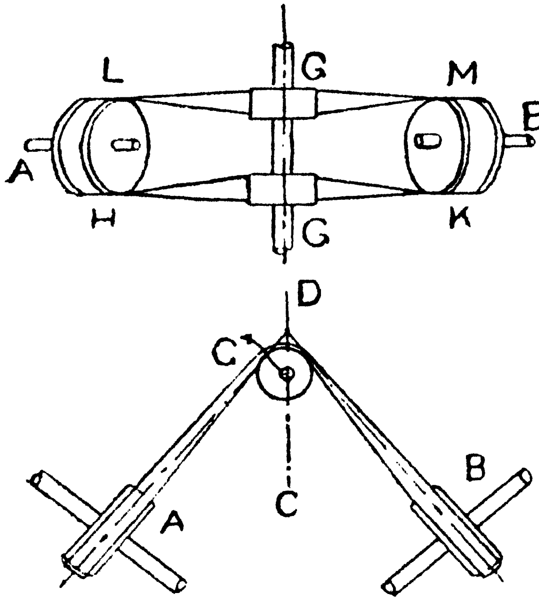
અસમાંતર શાફ્ટોને પટા વડે ચલાવવાની રીત—જ્યારે ધરીઓ એકજ ક્ષેત્ર (plane)માં ન હોય ત્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટને પટા અને બે પુલીઓ વડે ચલાવી શકાય. દરેક શાફ્ટ ઉપર એકેક પુલી બેસાડવામાં આવે છે, અને તે પુલીઓને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે એક પુલી ઉપરથી પટો તેની પહોળાઈનાં જે મધ્યબિંદુએથી નીકળે અથવા બહાર પડે તે બિંદુ બીજી પુલીની પહોળાઈનાં મધ્યમાંથી પસાર થતાં ક્ષેત્રમાં આવવું જોઈએ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પટાના દરેક સીધા ભાગની મધ્યરેખા જે પુલી તરફ પટો દોડે છે તે પુલીનાં મધ્યમાંથી પસાર થતાં ક્ષેત્રમાંજ હોવી જોઇએ. એને લગતો એક ઉદાહરણ આકૃતિ ૨૪માં બતાવ્યો છે. એમાં બે શાફ્ટોની મધ્યરેખા (axis) એક બીજીને



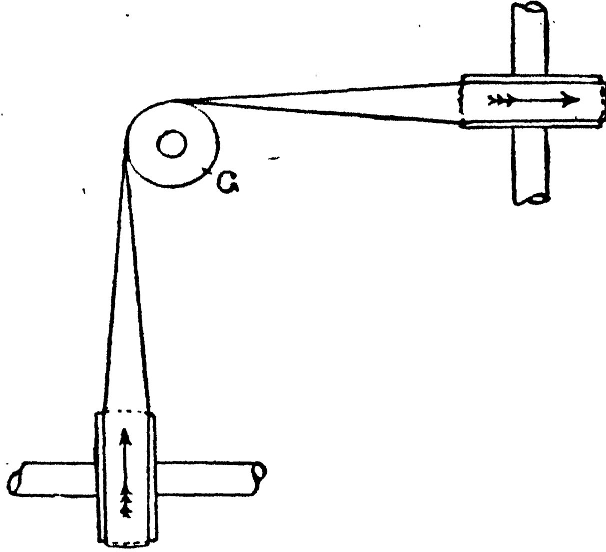
આકૃતિ ૨૪

કાટખુણે છે, પણ એકજ ક્ષેત્રમાં નથી. એમાં પટાને પા આંટો (quarter twist) આપવામાં આવે છે. જ્યારે ગતિ એકજ દિશામાં હોય ત્યારેજ ઉપર વર્ણવેલી રચનાનો ઉપયોગ કરી શકાય છે, પણ જો ગતિની દિશા ઉલટાવવામાં આવે તો પટો પુલી ઉપરથી સરી જશે.

જ્યારે એક પુલી ઉપરથી સીધી (પાધરી direct) બીજી પુલીને ચલાવવા માટે અસમાંતર શાફ્ટો ઉપર પુલીઓને ગોઠવવાનું અ-શક્ય અથવા સગવડ ભર્યું ન હોય ત્યારે એક અથવા વધુ ગાઈડ પુલીઓ (guide pulleys) એટલે માર્ગદર્શક પુલીઓ વાપરી શકાય. ગાઇડ પુલીઓ એવી રીતે મુકવી જોઇએ કે જેથી પટાના સઘળા સીધા ભાગો આગળ વર્ણવેલી સ્થિતિને આધિન રહે. આ રચના આકૃતિ ૨૫માં બતાવી છે. એમાં બે પુલીઓ A અને Bને અસમાંતર શાફ્ટો ઉપર બેસાડેલી છે, જે પુલીઓનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો એક બીજાને C D લીટીમાં છેદે છે. ત્યારે ગાઈડ પુલીઓ GG એવી રીતે ગોઠવવી જોઇએ કે તેમની રીમો પ્લાનમાં દેખાડેલાં પુલીઓ A અને Bનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો GAG અને GBGને સ્પર્ષ રેખા રૂપ (tangent) આવે, અને એલીવેશનમાં દેખાડેલાં તેમનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો HGK અને LGM પુલીઓ A અને Bની રીમોને સ્પર્ષ રેખારૂપ આવે. આ રચનામાં પટાને બન્ને દિશામાં ચલાવી શકાય છે.



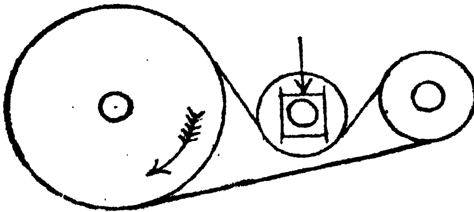
આકૃતિ ૨૫



આકૃતિ ૨૬

ગાઈડ પુલીઓના ઉપયોગની બીજી રચના આકૃતિ ૨૬માં બતાવી છે.

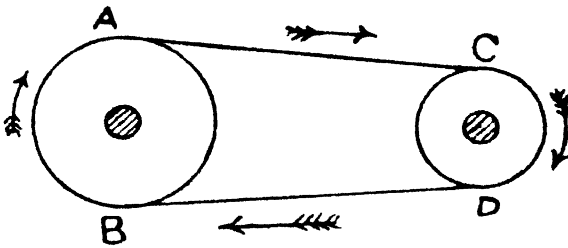
ટાઈટનીંગ પુલી અથવા જોકી પુલી—એ પુલીઓ ઉપરથી પસાર થતા પટાને તેની ઢીલી બાજુ (એટલે ડ્રાઈવીંગ પુલી ઉપરથી ફોલોઈંગ પુલી તરફ જતો પટાનો ભાગ) ઉપર એક ત્રીજી પુલી મુકી ટાઈટ કરી શકાય કે જેમ આકૃતિ ૨૭માં બતાવ્યું છે. આ ત્રીજી પુલીને "**સ્ટ્રેનીંગ પુલી**" અથવા "**ટાઈટનીંગ પુલી**", અથવા "**જોકી પુલી**" (**Straining, or tightening, or jockey pulley**) કહેવામાં આવે છે. આ જોકી પુલીની શાફ્ટ જે બેરીંગમાં ફરે છે તે બેરીંગ ઉપર પટા ઉપર પુલીને દબાવવા માટે એક વજન મુકવામાં આવે છે, અથવા એક એડજસ્ટીંગ (ગોઠવી શકાય એવા) સ્ક્રુની મદદ વડે ઇચ્છિત દબાણ મેળવી શકાય છે. જ્યારે બે



આકૃતિ ૨૭

પુલીઓના વ્યાસો વચ્ચે ઘણો મોટો તફાવત હોય અને તેઓ એકેકથી ઘણી નજદીકમાં મુકેલી હોય ત્યારે તે પુલીઓ વચ્ચે એક જોકી પુલી વાપરીને નાની પુલી ઉપરના પટાના લાગ (contact)નું આર્ક વધારવામાં આવે છે, જેથી પટો પુલી ઉપરથી ઉતરી જતો અટકે છે. એકજ ટ્રોલી (trolley) ઉપર બેસાડેલાં ઓઈલ એન્જીન વડે કોઈપણ મશીનને ચલાવનારા પોર્ટેબલ (એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જઈ શકાય એવા) સેટમાં જ્યાં એન્જીનની અને મશીનની પુલીઓ વચ્ચેનું અંતર ઘણું નાનું હોય છે અને બન્ને પુલીઓના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ઘણો મોટો હોય છે ત્યાં પટાને પુલી ઉપરથી ઉતરી જતો અટકાવવા માટે વારંવાર " **જોકી પુલી** " વપરાય છે.

પટા વડે સંચારણ થતી શકિત અથવા પાવર—જ્યારે એક પુલી AB ઉપરથી બીજી પુલી BD ઉપર એક પટા વડે પાવર (શક્તિ)નું સંચારણ કરવામાં આવે છે, અને ગતિ આકૃતિ ૨૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે તીરની દિશામાં હોય ત્યારે પટાના BD ભાગમાંનું તાણ અથવા ખેંચાણ (tension) AC ભાગ માંનાં તાણ અથવા ખેંચાણ કરતાં વધુ હોય છે. જ્યારે ચલાવવાની ક્રિયા શરૂ થાય છે ત્યારે ચલાવનારી બાજુ BD ખેંચાય છે જેથી કરીને તેનું તાણ વધે છે, એથી ઉલટું AC બાજુ ઉપરનું તાણ ઘટે છે. પટાના ભાગ BDને પટાની ટાઈટ સાઈડ (ટાઈટ બાજુ), અને ભાગ ACને પટાની સ્લેક સાઈડ (ઢીલી બાજુ) કહેવામાં આવે છે. ટાઈટ બાજુમાંનાં તાણમાંથી ઢીલી બાજુમાંનાં તાણને બાદ કરવાથી પટા ઉપરનું કાર્યસાધક તાણ એટલે પુલી CDની



આકૃતિ ૨૮

રીમ આગળ મળતું ચલાવનારૂં જોર મળે છે. પટાને તેની ડ્રાઇવીંગ અથવા ટાઈટ બાજુ ઉપર આવતાં સૌથી વધુ તાણ સામે ટકી શકે એટલો બળવાન બનાવવો જોઈએ. જો કામ સંતોષકારક મેળવવું હોય તો ઢીલી બાજુ AC ઉપરનું ખેંચાણ એટલું પુરતું હોવું જોઈએ કે પટો બેમાંની કોઈ પણ એક પુલી ઉપર સરી શકે નહીં.

ધારોકે, T = સૌથી વધુમાં વધુ તાણ એટલે ટાઈટ બાજુ ઉપરનું તાણ પૈાંડમાં.

T_2 = સૌથી ઓછામાં ઓછું તાણ એટલે ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ પૈાંડમાં.

P = શક્તિનું સંચારણ કરવા માટે મળી શકતું ચલાવનારૂં જોર પેાંડમાં.

અને V = દર મીનીટે પટાની ગતિ અથવા ઝડપ ફુટમાં.

ત્યારે $T_1 - T_2 = P$.

$P \times V$ = દર મીનીટે થતું કામ ફુટ–પૈાંડમાં.

$= (T_1 - T_2)\ V.$

અને $H.\ P. = \frac{P \times V}{33000} = \frac{(T_1 - T_2)\ V}{33000}$

દાખલો ૧૮—પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ ૨૭૫ પૈાંડ છે, અને ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ૧૩૦ પૈાંડ છે. પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૭૨૫ ફુટ છે, તેા એક મીનીટમાં પટા વડે થતું કામ શોધો, અને હોર્સપાવર શોધો.

$P = T_1 - T_2 = ૨૭૫ - ૧૩૦$

$= ૧૪૫$ પૈાંડ.

એક મીનીટમાં થતું કામ $= P \times V$

$= ૧૪૫ \times ૭૨૫ = ૧૦૫૧૨૫$ ફુટ–પૈાંડ.

$H.\ P. = \frac{P \times V}{33000} = \frac{૧૦૫૧૨૫}{33000} = \underline{3.૧૮}$

દાખલો ૧૯—એક પટો દર મીનીટે ૨૦૦૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૧૦ H. P.નું સંચારણ કરે છે, તો તે પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત શોધો.

$$P = T_૧ - T_૨$$

$$P \times V = H.\ P. \times 33000$$

$$P \times ૨૦૦૦ = ૧૦ \times 33000$$

$$P = \frac{૧૦ \times 33000}{૨૦૦૦}$$

$$= \underline{૧૬૫ \text{ પૈાંડ.}}$$

દાખલો ૨૦—એક પટો ૪ ફુટ વ્યાસની એક પુલીને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે અને ૩½ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું તાણ ઢીલી બાજુ ઉપરનાં તાણથી બમણું હોય તો પટાની બન્ને બાજુ ઉપરનાં તાણો શોધો.

પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ = પુલીનો પરિઘ

$= ૪ \times ૩.૧૪૧૬$ ફુટ

∴ એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ $= V = ૪ \times ૩.૧૪૧૬ \times ૧૦૦$

$$P \times V = H.\ P. \times 33000$$

$$P \times ૪ \times ૩.૧૪૧૬ \times ૧૦૦ = ૩.૫ \times 33000$$

$$\therefore P = \frac{૩.૫ \times 33000}{૪ \times ૩.૧૪૧૬ \times ૧૦૮}$$

$$= ૯૧.૯૧ \text{ પૈાંડ.}$$

$T_૧ = ૨T_૨$, અને $P = T_૧ - T_૨$

$$\therefore P = ૨T_૨ - T_૨ = T_૨$$

$$\therefore T_૨ = P = ૯૧.૯૧ \text{ પૈાંડ}$$

અને $T_૧ = ૨T_૨ = ૨ \times ૯૧.૯૧$

$$= \underline{૧૮૩.૮૨ \text{ પૈાંડ.}}$$

દાખલો ૨૧—એક પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુનાં તાણ વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧.૭૫ : ૧ છે. પટા ઉપર સલામતી સાથે કાર્ય કરી

એક એટલું તાણ પટાની દર ઇંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડ છે. તે પટો ૩૦ ઇંચ વ્યાસની એક પુલીને દર મીનીટે ૨૪૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો ૧૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવા માટે પટાની પહોળાઇ કેટલી રાખવી જોઈશે ?

પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ $= \frac{૩૦}{૧૨} \times ૩\cdot૧૪૧૬$

એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ $= V = \frac{૩૦}{૧૨} \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times ૨૪૦$

$= \underline{૧૮૮૪\cdot૯૬ \text{ ફુટ}}$

$$P \times V = H.\ P. \times ૩૩૦૦૦$$

$$P \times ૧૮૮૪\cdot૯૬ = ૧૫ \times ૩૩૦૦૦$$

$$\therefore P = \frac{૧૫ \times ૩૩૦૦૦}{૧૮૮૪\cdot૯૬} = \underline{૨૬૩\cdot૧ \text{ પૌંડ}}$$

$$T_૧ : T_૨ :: ૧\cdot૭૫ : ૧$$

અથવા, $\frac{T_૧}{T_૨} = \frac{૧\cdot૭૫}{૧} = \frac{૭}{૪}$

એટલે, $૪T_૧ = ૭T_૨$

$$\therefore T_૨ = \frac{૪T_૧}{૭}$$

$$P = T_૧ - T_૨$$

$$= T_૧ - \frac{૪T_૧}{૭}$$

$$૨૬૩\cdot૧ = T_૧ - \frac{૪T_૧}{૭}$$

$$૨૬૩\cdot૧ = \frac{૩T_૧}{૭}$$

$$\therefore ૨૬૩\cdot૧ \times ૭ = ૩T_૧$$

$$\therefore T_૧ = \frac{૨૬૩\cdot૧ \times ૭}{૩} = ૬૧૩\cdot૯ \text{ પૌંડ}$$

$$\text{પટાની પહોળાઈ} = \frac{૬૧૩\cdot૯}{૧૪૦} = \underline{૪\cdot૩૮૫ \text{ ઇંચ}}$$

દાખલો ૨૨—એક પટો ૬ ઈંચ પહોળો અને $\frac{१}{४}$ ઈંચ જાડો છે, અને તેની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું તાણ ઢીલી બાજુનાં તાણથી ૧·૮ ગણું છે. જો પટાનાં છેદ ચિત્ર (સેકશન)ના દર ચોરસ ઈંચ દીઠ ૩૬૦ પૈાંડનું સ્ટ્રેસ (stress) રાખવાની છુટ આપેલી હોય તો તે પટો દર સેકન્ડે ૩૦ ફુટની ઝડપે દોડી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

પટાનાં છેદચિત્રનું ક્ષેત્રફળ $= ६ \times \frac{१}{४} = १\cdot५$ ચો. ઈંચ.

પટા ઉપરનું કુલ સ્ટ્રેસ $= १\cdot५ \times ३६०$

$= ५४०$ પૈાંડ $= T_{१}$

$$T_{१} : T_{२} :: १\cdot८ : १$$

$$:: १८ : १०$$

$$१०T_{१} = १८T_{२}$$

$$T_{२} = \frac{१०T_{१}}{१८}$$

$$= \frac{१० \times ५४०}{१८} = ३००\text{ પૈાંડ.}$$

અથવા, $T_{१} : T_{२} :: १\cdot८ : १$

$$५४० : T_{२} :: १\cdot८ : १$$

$$५४० \times १ = T_{२} \times १\cdot८$$

$$\therefore T_{२} = \frac{५४० \times १}{१\cdot८} = ३००\text{ પૈાંડ.}$$

$$P = T_{१} - T_{२} = ५४० - ३००$$

$$= २४०\text{ પૈાંડ.}$$

$$H.\,P. = \frac{P \times V}{३३०००} = \frac{२४० \times ३० \times ६०}{३३०००} = \underline{१३\cdot०९}$$

દાખલો ૨૩—એક પટાને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી ૧૮૦ આંટાની ઝડપે દોડતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ૫ હોર્સ પાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૩

ફુટ હોય, અને પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઈટ બાજુ ઉપરનાં તાણનું ·૬ હોય તો પટા ઉપરનાં તાણો અથવા જોરો (stresses) શોધો.

એક મીનીટમાં પુલી ઉપર ફરતા પટાની ઝડપ = નાની પુલીનો પરિઘ × દર મીનીટે નાની પુલીના આંટાની સંખ્યા, અથવા, મોટી પુલીનો પરિઘ × દર મીનીટે મોટી પુલીના આંટાની સંખ્યા.

∴ એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ = V = ૩ × ૩·૧૪૧૬ × ૧૦૦ ફુટ.

$$P \times V = H.P. \times 33000$$

$$P \times ૩ \times ૩·૧૪૧૬ \times ૧૦૦ = ૫ \times ૩૩૦૦૦$$

$$\therefore P = \frac{૫ \times ૩૩૦૦૦}{૩ \times ૩·૧૪૧૬ \times ૧૦૦}$$

$$= ૧૭૫ \text{ પૈાંડ}$$

$$T_૧ : T_૨ :: ૧ : ·૬$$

$$:: ૧૦ : ૬$$

$$P = T_૧ - T_૨$$

$$= ૧૦ - ૬ = ૪$$

$$\begin{array}{ccc} P & P & T_૧ \\ ૪ : & ૧૭૫ :: & ૧૦ \end{array}$$

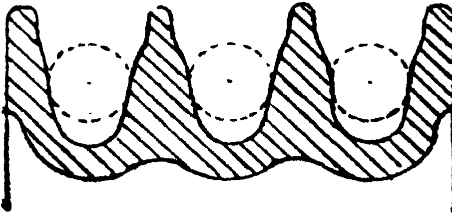
$$\therefore T_૧ = \frac{૧૭૫ \times ૧૦}{૪} = \underline{૪૩૭·૫ \text{ પૈાંડ.}}$$

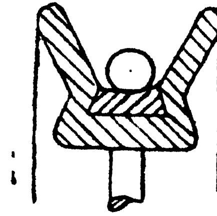
$$\begin{array}{ccc} P & P & T_૨ \\ ૪ : & ૧૭૫ :: & ૬ \end{array}$$

$$T_૨ = \frac{૧૭૫ \times ૬}{૪} = \underline{૨૬૨·૫ \text{ પૈાંડ}}$$

રોપ ગીઅરીંગ (Rope Gearing)—એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ પુલીઓ અને દોરડાં વડે કરવામાં આવે છે ત્યારે તે રીતને "રોપ ગીઅરીંગ" અથવા "રોપ

ડ્રાઈવીંગ" કહે છે. જ્યારે સણ અથવા સુતરનાં દોરડાં વડે શક્તિનું સંચારણ કરવાનું હોય ત્યારે તે માટેની પુલીઓની રીમ આકૃતિ ૨૯માં દેખાડ્યા પ્રમાણે V આકારના ગ્રુવ એટલે ગાળાવાળી બનાવવામાં આવે છે. Vનો ખુણો ઘણું કરીને લગભગ ૪૫°નો હોય છે. દોરડું ગ્રુવનાં તળીયાં ઉપર ટેકવાતું નથી, પણ માત્ર તેની બાજુઓ ઉપર ટેકવાય છે, જેથી દોરડું ફ્રાચરની માફક બેસતું હોવાથી બાજુઓ સાથે પકડાય છે તેથી સ્લીપીંગ (સરી જવું) ઘણુંજ ઓછું થાય છે. રોપ ગીઅરીંગમાં પુલીનો વ્યાસ દોરડાંના વ્યાસના ૩૦ ગણા કરતાં કદી પણ ઓછો હોવો જોઈએ નહિ, નહિ તો દોરડાં ઉપર જે વળવાનું


આકૃતિ ૨૯


આકૃતિ ૩૦

કાર્ય થાય છે તેને લીધે તેને નુકશાન થવાનો સંભવ છે.

તારનાં દોરડાં (wire rope) માટે આકૃતિ ૩૦માં દેખાડ્યા પ્રમાણેના આકારની રીમ બનાવવામાં આવે છે, જેથી ગ્રુવનાં તળીયાં ઉપર દોરડું ટેકવાય છે, અને દોરડાં ઉપર કાર્ય કરતાં દબાણને લીધે તેને નુકશાન થતું નથી. ગાળાનાં તળીયાંને ધાતુ કરતાં કોઈ નરમ પદાર્થ, જેવા કે, ચામડાં અથવા લાકડાં વડે પડ કરી લીધાથી દોરડાં ઉપરનો ઘસારો ઓછો થાય છે. ચામડાં અથવા લાકડાંની પેકીંગના ટુંકી લંબાઈના ટુકડાઓને રીમની એક બાજુમાં રાખેલા ખાંચામાંથી અંદર બેસાડવામાં આવે છે, અને તે ખાંચો પાછળથી પુરી લેવામાં આવે છે, અને પછી પેકીંગને જોઈતા આકારે પુલીને લેથ ઉપર ચઢાવી ટર્ન કરી લેવામાં આવે છે.

ચેન ગીઅરીંગ (chain gearing)—જ્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ સાંકળ વડે કરવામાં આવે

છે ત્યારે તે રીતને **"ચેન ગીઅરીંગ" અથવા "ચેન ડ્રાઈવીંગ"** કહે છે. ચેન ગીઅરીંગ સ્ટીમ એન્જીનમાં વારંવાર ક્રેંક શાફ્ટ ઉપરથી ગવર્નર શાફ્ટ ને ગતિ આપવા માટે તથા બાઈસીકલ, મોટરકાર, વિગેરેમાં એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવા માટે વપરાય છે.

એકસર્સાઈઝ ૪થી

૧. ૨૪ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી ઉપરથી ૯ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપર પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે. જો ડ્રાઈવીંગ પુલી એક મીનીટમાં ૧૨૦ આંટા ફરે તો ફોલોઇંગ પુલી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૨. ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૨૦ ઈંચ, અને તેના દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા ૯૦ છે. જો ડ્રાઈવીંગ પુલીને દર મીનીટે ૨૪૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવી હોય તો તેનો વ્યાસ કેટલો જોઈશે ?

૩. ૩૬ ઇંચ વ્યાસની એક પુલી પટા વડે ૧૫ ઇંચ વ્યાસની બીજી પુલીને દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો ડાઈવીંગ પુલી દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરતી હશે ?

૪. દર મીનીટે ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક પુલી વડે ૧૨ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલીને તેટલાજ વખતમાં ૩૨૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે, તો ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ શોધો.

૫. એક પુલી જેનો વ્યાસ ૪૦ ઇંચ છે તે ૨૧ ઇંચ વ્યાસની બીજી પુલીને પટા વડે દર મીનીટે ૨૯૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો પટાની ગતિ અથવા ઝડપ દર સેકન્ડે કેટલા ફુટ હશે, અને વળી એક મીનીટમાં ડ્રાઈવીંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

૬. એક પુલી જે દર મીનીટે ૧૩૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૧૪ ઇંચ વ્યાસની બીજી પુલીને પટા વડે ચલાવે છે. જો પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૮૮૦ ફુટ હોય તો ડ્રાઇવરનો વ્યાસ શોધો, અને ફોલોઅરના એક મીનીટમાં આંટાની સંખ્યા શોધો.

૭. બે પુલીઓ જેમને પટા વડે જોડેલી છે તેમના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૦ ઈંચિ અને ૧૬ ઈંચિ છે, અને દર મીનીટે તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો ૨૬૦ છે, તો દર મીનીટે દરેક પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો.

૮. એક પુલી જે દર મીનીટે ૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફરી બીજી પુલીને પટા વડે તેટલાજ વખતમાં ૭૫ આંટાની ઝડપે ફેરવે છે. બન્ને પુલીઓના વ્યાસોનો સરવાળો ૪૨ ઈંચિ છે, તો તે પુલીઓના વ્યાસો શોધો.

૯. ઓઇલ એન્જીન સાથના એક પોર્ટેબલ પમ્પીંગ સેટમાં એન્જીનના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૪૫૦ છે. એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે જે ઉપરથી પટો સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પ ઉપર બેસાડેલી પુલી ઉપર સીધો જાય છે. સેન્ટ્રી-ફ્યુગલ પમ્પને દર મીનીટે ૧૮૦૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાનો છે. જો પટાનો સ્લીપ ૬ ટકા હોય તો પમ્પ ઉપર કેટલા ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડવી જોઇશે ?

૧૦. એક એન્જીન ઉપરથી પટાની મદદ વડે એક ઇલેકટ્રીક ડાયનામો ચલાવવામાં આવે છે. જ્યારે એન્જીન દર મીનીટે ૧૧૦ આંટા ફરે છે ત્યારે ડાયનામો દર મીનીટે ૩૯૦ આંટા ફરતો માલમ પડયો, પણ તે વખતે ઇલેકટ્રીક લાઇટ ઓછી રોશની આપતી જણાઈ. પણ લાઇટ તેના પુરતા કેન્ડલ પાવરે રોશની આપે એમ કરવા માટે ડાયનામોને દર મીનીટે ૪૫૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે, તો એન્જીનને દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ચલાવવું જોઈશે ?

૧૧. બે પુલીઓને પટા વડે જોડેલી છે અને તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૧૬ ઇંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૯૦ આંટા ફરે છે, અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૨૪૦ આંટા ફરે છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસો શોધો.

૧૨. બે પુલીઓ, જેમાંની એક પુલી બીજીને પટાની મદદ વડે ચલાવે છે તેમની ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ ૩ : ૭ છે, અને તેમના વ્યાસો

વચ્ચેનો તફાવત ૨૪ ઈંચ છે. દર મીનીટે તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો ૪૦૦ છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસ અને દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા શોધો.

૧૩. એક ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ જે ઉપ ૭ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી બેસાડેલી છે તે દર મીનીટે ૨૫૦ આંટા ફરે છે. આ પુલી ઉપરથી એક ગ્રાઈન્ડરને પટા વડે ચલાવવામાં આવે છે. ગ્રાઈન્ડર ઉપરની પુલીનો વ્યાસ ૪ ઈંચ છે. જો પટાનો સ્લીપ ૮ ટકા હોય તો ગ્રાઇન્ડર દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે? જો પટા વડે ૨ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય તો તે ઉપર કાર્ય-સાધક ચલાવનારૂં ખેંચાણ કેટલું આવશે?

૧૪. ફાઉન્ડ્રીની કયુપોલા (બીડ પીગળાવવા માટેની ભઠ્ઠી)માં હવા ફુંકવા માટેના એક રૂટ્સ બ્લોઅર (Roots Biower) ને એક સ્ટીમ એન્જિન વડે ચલાવવામાં આવે છે. એન્જીન દર મીનીટે ૨૧૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. એન્જીનનાં ફ્લાઈ વ્હીલ કે જેનો વ્યાસ ૪૨ ઇંચ છે તે ઉપરથી ગતિનું સંચારણ એક પટા વડે લાઇન શાફ્ટ ઉપર આપેલી ૨૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે. એજ શાફ્ટ ઉપર બીજી ૩૨ ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે જે ઉપરથી બીજો પટો બ્લોઅરની શાફ્ટ ઉપર આપેલી ૨૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર જાય છે. જો દરેક પટા ઉપરનો સ્લીપ ૫ ટકા તો દર મીનીટે બ્લોઅરના આંટાની સંખ્યા શોધો.

૧૫. એક એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર ૫૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી A બેસાડેલી છે જે લાઈન શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી Bને ચલાવે છે. લાઈન શાફ્ટ ઉપર ૪૨ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી C બેસાડેલી છે જે ઉપરથી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૨૪ ઈંચ વ્યાસની પુલી D ઉપર પટાને લઈ જવામાં આવે છે. એજ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૪૮ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી E બેસાડેલી છે જે ડાયનામોની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૪ ઈંચ વ્યાસની પુલી Fને

ચલાવે છે. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, તથા ડાયનામો અને એન્જીન શાફ્ટની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૧૬. એક નાનાં ઓઈલ એન્જીન વડે ચાલતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પને દર મીનીટે ૧૫૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે. પમ્પ ઉપર આપેલી પુલીનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે. એન્જીન દર મીનીટે ૩૪૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જો વપરાયલા પટાઓનો કુલ સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો એન્જીન અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલીઓ બેસાડવી જોઈએ કે જેથી પમ્પને જોઈતી ઝડપે ચલાવી શકાય ?

૧૭. એક ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, અને તે ઉપર ૨૨ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી બેસાડેલી છે, જે ઉપરથી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિને પટા વડે લઈ જવામાં આવે છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર વળી એક ત્રણ સ્પીડવાળી કોન પુલી બેસાડેલી છે જેની સ્પીડના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઈંચ, ૬ ઈંચ અને ૪ ઈંચ છે, અને જે લેથ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી તેટલા વ્યાસ અને સંખ્યાની સ્પીડવાળી કોન પુલીને ગતિ આપે છે, તો આ રચનાની ફ્રન્ટ અને એન્ડ એલીવેશનમાં આકૃતિ આપો, અને લેથ સ્પીન્ડલને જે સૌથી વધુમાં વધુ અને સૌથી ઓછામાં ઓછી ઝડપે ચલાવી શકાય તે ઝડપો શોધો.

૧૮. એક ચાર સ્પીડવાળા સ્પીડ કોનમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૪ ઈંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે, તો વચગાળની સ્પીડના વ્યાસો શોધો.

૧૯. એક કાઉન્ટર શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરી એક ટર્નીંગ લેથને ચલાવે છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા પાંચ સ્પીડવાળા સ્પીડકોન ઉપરથી પટા વડે લેથ સ્પીન્ડલ ઉપર ઉલટી દિશામાં બેસાડેલા એવાજ કોન ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે. સ્પીડકોનની સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો

વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને સૌથી નાનીનો વ્યાસ ૪ ઈંચ છે. બેક ગીઅરમાં
દાંતાનાં ચક્કરોની દરેક જોડીમાં દાંતાની સંખ્યા અનુક્રમે ૧૫ અ
૪૫ છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર પ
ચાલતો હોય અને બેક ગીઅર જોડાણમાં લીધેલું હોય તો ૭ ઇં
વ્યાસના ટર્ન કરવાના દાગીનાની સપાટીની ઝડપ દર મીનીટે કેટલા ફુ
હશે? અને વળી તે દાગીનાને દર મીનીટે બની શકતા કેટલા આંટા
ઝડપોએ ફેરવી શકાય?

૨૦. સ્પીડ કોન્સ વડે ચલાવવામાં આવતા લેથના સ્પીન્ડલ
સૌથી ત્વરિક અને સૌથી ધીમી ઝડપો અનુક્રમે દર મીનીટે ૪૦
અને ૧૦૦ આંટા છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટની ઝડપ હમેશાં એક
સરખી હોય, અને સ્પીડ કોન્સની સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૨
ઈંચ હોય, તો સૌથી નાની સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ કેટલે
હોવો જોઈએ?

૨૧. સ્પીડ કોન્સની એક જોડીમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યા
૧૮ ઇંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે. ડ્રીવન શાફ્ટન
ઝડપી ચાલ દર મીનીટે ૨૮૦ આંટા છે, તો તેની ધીમી ઝડપ દ
મીનીટે કેટલા આંટાની હશે?

૨૨. પુલીની રીમ ઉપરથી પટાને સરી જતો અટકાવવા માટેન
રીતની આકૃતિ કાઢી તેનું કાર્ય સમજાવો.

૨૩. "જોકી પુલી"નો ઉપયોગ ક્યાં, કેવી રીતે, અને શા મા
કરવામાં આવે છે તેનું આકૃતિ સાથે બ્યાન કરો.

૨૪. મશીનરીને ચલાવવા તથા બંધ કરવા માટે વપરાત
"ફાસ્ટ–લુસ પુલીઝ"ની રચનાની આકૃતિ કાઢી ચીપીઆને ક્યાં લા
પાડવા જોઈએ તે તેનાં કારણ સાથે વર્ણવો.

૨૫. સ્ક્રુ વડે ચાલતી પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને પુલીઓ અ
પટા વડે ઉલટા સુલટી ચલાવવા માટેની રચનાની આકૃતિ કાઢી વર્ણન આપો

૨૬. એક પ્લેનીંગ મશીનના સ્ક્રુને પટા અને પુલીઓની મદ

વડે ચલાવવામાં આવે છે. મેન શાફ્ટ ઉપરનાં ડ્રમનો વ્યાસ ૨૪ ઈંચ છે અને તે દર મીનીટે ૧૧૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી પુલીઓના વ્યાસ અનુક્રમે ૨૮ ઈંચ અને ૧૮ ઈંચ હોય, તો સ્ક્રુ દર મીનીટે કેટલા આંટાની બે ઝડપોએ ફરશે?

૨૬. જો ઉપલા દાખલામાં ટેબલની કાપ લેતી વેળાની ઝડપ દર મીનીટે ૧૦ ફુટ હોય તો ટેબલના વળતા સ્ટ્રોકે તેની ઝડપ કેટલા ફુટ હશે?

૨૮. એક પટો દર મીનીટે ૨૬૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૩૬ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી ઉપર ૫૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે, તો પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણ વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હશે?

૨૯. એક પટો ૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત ૧૪૦ પૌંડ હાય તો દર મીનીટે પટાની ઝડપ કેટલા ફુટ હશે?

૩૦. જો પટાની બન્ને બાજુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત ૨૫૦ પૌંડ હોય અને તેની ઝડપ દર મીનીટે ૭૫૦ ફુટ હોય તો તે પટો કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે?

૩૧. એક પટો દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૨૪ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ૭ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની દરેક ઇંચ પહોળાઈ દીઠ સલામતી સાથે કાર્ય કરતું ખેંચાણ ૧૩૦ પૌંડ હોય અને પટાની ઢીલી બાજુનું તાણ ટાઈટ બાજુનાં તાણથી અર્ધું હોય તો પટો કેટલો પહોળો વાપરવો જોઈએ?

૩૨. એક પટો ૪ ઈંચ પહોળો અને $\frac{3}{16}$ ઇંચ જાડો છે, અને તે તેની પહોળાઈના દરેક ઇંચ દીઠ ૧૦૦ પૌંડનું સંચારણ નિર્ભય રીતે કરી શકે છે. જો પટાની ટાઈટ તથા ઢીલી બાજુનાં તાણોનું પ્રમાણ ૧ : .૬ હોય તો તે પટો ૨૭ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે?

૩૩. એક પટાને દર મીનીટે ૧૧૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી ૨૦૦ આંટાની ઝડપે દોડતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ૬ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. નાની પુલીનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ હોય અને પટા ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧ : $\frac{૩}{૪}$ હોય તો પટા ઉપરનાં જોરો શોધો. વળી પટાની પહોળાઇના એક ઇંચ દીઠ ૧૨૦ પૈાંડનું જોર પટા ઉપર લાવવા માટે પટાની પહોળાઈ કેટલી રાખવી જોઈએ?

૩૪. એક પટો જે ૧૦ ઈંચ પહોળો અને $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ જાડો છે તેની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઈટ બાજુનાં તાણથી પોણું છે. જો પટાનાં છેદચિત્રના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૨૮૦ પૈાંડનું જોર રાખવું હોય તો તે પટો દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે?

૩૫. એક પટો જેની પહોળાઈ ૩ ઈંચ છે તે ૧૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડી ૨ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. પટાની દર ઇંચ પહોળાઇ દીઠ ૧૦૦ પૈાંડનું ખેંચાણ સલામતી સાથે લઇ શકાય છે, અને પટાની બાજુઓ ઉપરનાં તાણોનું પ્રમાણ ૧$\frac{૩}{૪}$: ૧ છે, તો દર મીનીટે પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો. જો પટાનો સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો પુલીના ખરેખરા આંટાની સંખ્યા શોધો.

૩૬. એક પટો જે ૪ ઇંચ પહોળો અને $\frac{૧}{૪}$ ઇંચ જાડો છે તે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડે છે, અને તે ઉપર તેનાં છેદ ચિત્રના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૧૨૦ પૈાંડનું જોર સલામતી સાથે લઈ શકાય છે. પટાનો સ્લીપ ૮ ટકા છે. જો પટાની ટાઇટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણોનું પ્રમાણ ૧$\frac{૧}{૨}$: ૧ હોય તો તે પટો કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે?

૩૭. એક દોરડું ૮ ફુટ વ્યાસની એક રોપ પુલી ઉપર ૨૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે તો દોરડાંની ઝડપ દર મીનીટે કેટલા ફુટ હશે? અને વળી પુલીની બન્ને બાજુ ઉપરનાં દોરડામાંનાં ખેંચાણનાં જોરો વચ્ચેનો

તફાવત કેટલો હશે ? જ્યારે પટા અથવા દોરડાંમાંનાં ખેંચાણનાં જોરો વચ્ચેનો તફાવત પાવરનું સંચારણ કરવા માટે અગત્યનો જરૂરી છે ત્યારે ઢીલી બાજુ ઉપર થોડું પણ ખેંચાણ રાખવાની શા માટે જરૂર તે સ્પષ્ટ સમજાવો.

૩૮. બે સ્પીડ કોન વડે ૩ : ૨, ૨ : ૧, અને ૩ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવા માટે તે સ્પીડ કોનની સ્પીડ અથવા સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. ડ્રાઇવાંગ કોન ઉપરની સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ લેવાનો છે.

૩૯. સ્પીડ કોનની એક જોડી વડે ૫ : ૧ અને ૧ : ૧નાં અંતિમ ગતિનાં પ્રમાણો ત્રણ વચગાળેની સ્પીડ સાથે મેળવવાને તે સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરો. સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ લેવાનો છે.

પ્રકરણ ૪થું

બ્રેકસ; બ્રેક હોર્સ પાવર; ડાયનામોમીટર

બ્રેકસ (Brakes)—બ્રેક એ એવી યુક્તિ અથવા રચના છે જેની મદદ વડે મશીન (સંચા અથવા યંત્ર)ને ઉભું રાખવાને, અથવા તેને ધીમું કરવાને, અથવા એક સમાન ગતિ મેળવવાની મતલબથી તેની કેટલીક વધારાની શક્તિ (superfluous energy) કામે લગાડવાને માટે ઘર્ષણને તે મશીનની ગતિની સામે ઇરાદાપૂર્વક કાર્ય કરાવવામાં આવે છે.

બ્રેકને નીચલા વર્ગોમાં વહેંચી શકાય :—

૧. **બ્લોક બ્રેક (Block Brake)**—આ બ્રેકમાં એક ઘન અથવા જડ પદાર્થ (solid)ને બીજા ઘન અથવા જડ પદાર્થ સામે માત્ર દબાવી ઘસવામાં આવે છે.

૨. બેન્ડ અથવા **સ્ટ્રેપ બ્રેક(Band or Strap Brake)**—આ જાતની બ્રેકમાં એક પાતળો નમનશીલ (flexible) પાટો જે ઘણું ખરૂં ધાતુનો હોય છે તે, પુલી, ડ્રમ, અથવા વ્હીલ (ચક્કર)ના પરિઘની ફરતે વિંટાળેલો હોય છે.

૩. **પમ્પ બ્રેક (Pump Brake)**—આ બ્રેકમાં પ્રવાહીને સાંકડા માર્ગો અથવા છિદ્રોમાંથી જોરથી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પ્રવાહીનાં અણુઓમાંનું ઘર્ષણ અવરોધ ઉત્પન્ન કરે છે.

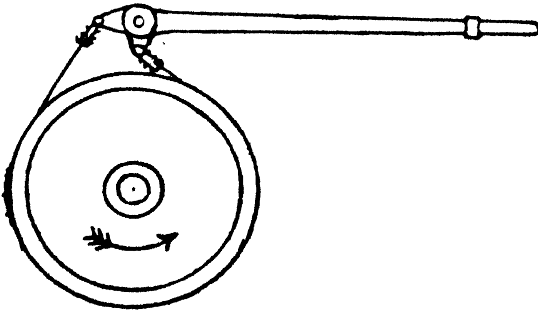
૪. **ટર્બાઈન** અથવા **ફેન બ્રેક** (**Turbine or Fan Brake**)—આ જાતની બ્રેકમાં જે અવરોધ કામે લગાડવામાં આવે છે તે, પ્રવાહીમાં ફરતા પંખા સામે કાર્ય કરતો તે પ્રવાહીનો અવરોધ છે.

બ્લૉક બ્રેક (Block Brake)—બ્લૉક બ્રેકમાં ફરતાં વ્હીલ (પૈડાં)ની રીમ સામે એક બ્લૉકને દબાવવામાં આવે છે. આ જાતની બ્રેક ઘણે મોટે ભાગે રેલવે ટ્રેન, ટ્રામકાર અને સાધારણ સડક ઉપર ફરતી ગાડીઓ ઉપર વપરાય છે. એ બ્રેકની અસર ગાડીનાં પૈડાંને ફરતાં અટકાવવાની અથવા ધીમા કરવાની હોય છે, અને તેથી તેઓ પાટા અથવા સડક ઉપર ફરવાને બદલે સરકે છે. આ જાતની બ્રેક વડે ઉત્પન્ન થતો ગાડીની ગતિને નડતો અવરોધ ઉભાં રહેલાં પૈડાં અને પાટા (rail) અથવા સડક વચ્ચેના અવરોધ કરતાં ઓછો હોય છે, પણ તે કદીબી વધુ હોઈ શકતો નથી. પૈડાંની જે રીમ (પુંઠી) અથવા ટાયર (વાટ) સામે બ્લૉકને દબાવવામાં આવે છે તે રીમ અથવા ટાયર કરતાં નરમ પદાર્થના બ્લૉક બનાવવામાં આવે છે, જેથી ઘસારો મુખ્ય કરીને બ્લૉકમાંજ થાય છે અને બ્લૉકને સહેલાઇથી બદલી શકાય છે. જ્યારે બ્લૉક લાકડાના બનાવવામાં આવે ત્યારે તેને માટે સખત અને મજબુત લાકડું જેવું કે, એલ્મ (elm), ઓક (oak), બીચ (beech), સીસમ, બાવળ, અથવા તણચ વાપરવું જોઈએ. ભારે વજનની અને ઝડપથી દોડતી ગાડીઓ માટે બીડના બ્રેક-બ્લૉક્સ ઘણા સાધારણ છે. બ્લૉક બ્રેકનો સાધારણ દાખલો બાઇસીકલમાં વપરાતી રીમ-બ્રેક છે, જેમાં બ્લૉક રબરના બનાવેલા હોય છે.

જ્યારે એક બ્રેક-બ્લૉકને ફરતાં પૈડાં ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યારે તે પૈડાં અથવા ધરીની બેરીંગ અથવા જર્નલ (journal= બેરીંગમાં ફરતો ધરીનો ભાગ) ઉપર વધારાનું જોર પડે છે; પણ જો બે બ્લૉકને પૈડાંના વ્યાસના સામસામેના છેડાઓ ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે તો બેરીંગ અથવા જર્નલ ઉપર આવું વધારાનું જોર પડતું નથી. બે બ્લૉકનો ઉપયોગ કરવાથી અટકાવવાનું અથવા રોકવાનું કાર્ય

(braking action) પણ બમણું થાય છે, અને એક બ્લોકને લાગુ પાડવા માટે જે જોર જોઇએ તેટલુંજ લગભગ જોર આ બે બ્લોકને લાગુ પાડવા માટે જોઈએ છે.

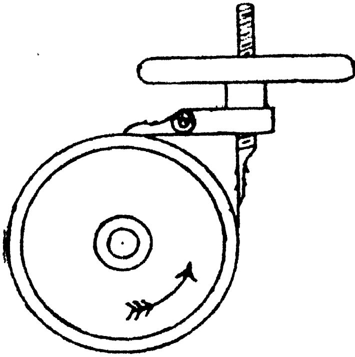
બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક (Band or Strap Brake)– ભારે દાગીનાઓ અથવા વજનો ઉપાડવા તથા નીચે ઉતારવા માટેની મશીનરી (સંચાઓ), જેવાકે, ક્રેબ, વિંચીઝ, ક્રેન્સ, અને ખાણોમાં વપરાતાં વાઈન્ડીંગ એન્જીનો (winding engines)માં જ્યારે વજન અથવા દાગીનો જોઈતી ઉંચાઈએ ચઢાવવામાં આવ્યો હોય ત્યારે તેને તે સ્થાને પકડી રાખવાને માટે, અથવા વજન અથવા દાગીનાને જોઈતી ઉંડાઈએ નીચે ઉતારવામાં આવ્યો હોય ત્યારે તેની ગતિ ધીમે ધીમે રોકવાને અથવા અટકાવવા માટે જે જાતની બ્રેક ઘણું કરીને વપરાય છે તે બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક છે. સાધારણ જાતની નાની ક્રેબ, વિંચ, અને ક્રેનની બાબતમાં જે બ્રેક આપવામાં આવે છે તે બ્રેકમાં એક પાતળો સ્ટીલનો નમનશીલ પાટો હોય છે, જે મજબુત ચપટી ફેસવાલી બીડની પુલી અથવા વ્હીલની ફરતે થોડે ઘણે અંશે લપેટાયલો હોય છે. આ પાટાને એટલી પુરતી લંબાઈનો બનાવેલો હોય છે કે જેથી જ્યારે તેને ઢીલો કરવામાં આવે ત્યારે તે, વ્હીલથી અલગ થઈ શકે છે. હાથ અથવા પગ વડે ચલાવવામાં આવતાં લીવરની મદદ વડે તે પાટાને બ્રેક–પુલીની રીમ ઉપર ટાઈટ કરવામાં આવે છે. જ્યારે રોકવાનું વજન પ્રમાણમાં નાનું હોય ત્યારે આ બ્રેકને ક્રેબ અથવા ક્રેનની બેરલ–શાફ્ટ ઉપર સગવડ ભરેલી રીતે બેસાડી શકાય, જેની રચના આકૃતિ ૩૧માં બતાવ્યા પ્રમાણે હોય છે. એમાં લીવરનો અંદરનો



આકૃતિ ૩૧

છેડો બેલ-ક્રેંક (bell-crank)ના આકારનો બનાવેલો છે. આ બેલ-ક્રેંકના આર્મ્સના છેડાઓ બ્રેકના પાટાના છેડાઓ સાથે જોડેલા છે. આ બ્રેક સાદી છે અને તેને ખેંચવાનાં ગીઅર (hoisting gear) સાથ જોડી શકાય છે, અને તે ઘણું પકડવાનું જોર ધરાવે છે.

ડબલ અથવા ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબ અને ક્રેનમાં જ્યારે રોકી રાખવાનું અથવા અમુક સ્થાને પકડી રાખવાનું વજન સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ કરતાં ભારે હોય છે, ત્યારે બ્રેકને ઘણું કરીને બીજી અથવા ત્રીજી ગતિની શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, અને તે વેળાએ કામ કરવાની સવળતા માટે બ્રેકનો આકાર આકૃતિ ૩૨માં બતાવ્યા પ્રમાણે હોય છે. પાતળા સ્ટીલના નમનશીલ પાટાના ઉપલા છેડાને બહાર નીકળી આવેલા આર્મ સાથે જોડવામાં આવે છે અને બીજા છેડાને ઉભા સ્ક્રુના નીચલા છેડા સાથે જોડેલો હોય છે. આ સ્ક્રુને આડાં હેન્ડ વ્હીલ કે જેનો બોસ તે સ્ક્રુની નટ બની રહે છે તે વડે ઉપર ચઢાવવામાં અથવા નીચે ઉતારવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૩૨

વજનો ઉપાડવા અને નીચે ઉતારવા માટેની મશીનરી (hoisting machinery)ના કોઈપણ ભાગ ઉપર સ્ટ્રેપ બ્રેકને બેસાડવામાં એ સંભાળ લેવી જોઈએ કે વજનને નીચે ઉતારતી વેળાએ આકૃતિ ૩૧ અને આકૃતિ ૩૨ ઉપર દર્શાવેલા તીર પ્રમાણેની દિશામાં બ્રેક-વ્હીલ ફરવું જોઈએ જેથી બહાર નીકળી આવેલા આર્મ અથવા લીવરના સ્થાઈ છેડા સાથે જોડેલા બ્રેક-સ્ટ્રેપ (બ્રેકના પાટા)ના છેડા ઉપર ઘણું વધારે જોર ઉત્પન્ન થાય; કારણકે, જો એથી ઉલટી દિશામાં વ્હીલ ફરે એમ બ્રેકને બેસાડેલી હોય તો વજન અથવા દાગીનાની ગતિને કાબુમાં રાખવાનું અતિશય મુશ્કેલ માલમ પડશે.

આ માટે નિયમ એ છે કે બ્રેક-સ્ટ્રેપ (બ્રેકના પાટા)ના ટાઈટ છેડાને સ્થાઈ અથવા હાલી ચાલી શકે નહિ એમ બનાવવો, અને ઢીલા છેડાને બ્રેકના લીવરના ટુંકા આર્મ સાથે જોડવો.

હોર્સ પાવર (Horse-power)—એન્જીનનું બળ અથવા શક્તિ (power) દર્શાવવા માટે ત્રણ સંજ્ઞા વપરાય છેઃ—**૧. નોમીનલ હોર્સ પાવર (Nominal Horse Power), ૨. ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર (Indicated Horse Power), ૩. બ્રેક હોર્સ પાવર (Brake Horse Power).**

નોમીનલ હોર્સ પાવર—આ સંજ્ઞા માત્ર સ્ટીમ એન્જીનોની કિંમત નક્કી કરવા માટે વ્યાપારમાં વપરાય છે. આ સંજ્ઞા એન્જીન કેટલી શક્તિ અથવા બળ ઉત્પન્ન કરી શકે છે તે દર્શાવતો નથી, પણ માત્ર એન્જીનનું કદ દર્શાવે છે.

ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર—કોઇ પણ જાતનાં એન્જીનનાં સીલીન્ડરમાં વરાળ અથવા ગેસ વડે જે કુલ શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર કહે છે અથવા ઇન્ડીકેટર (Indicator) વડે મેળવેલા ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ ઉપરથી ગણત્રી કરીને મેળવેલા હોર્સ પાવરને ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર કહે છે. એન્જીનના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર શોધવાની રીત આગળ સમજાવવામાં આવી છે.

બ્રેક હોર્સ પાવર—એન્જીનમાંથી મશીનરી ચલાવવા માટે જે ઉપયોગી હોર્સ પાવર મળી શકે છે અથવા એન્જીનનાં ફ્લાઇ વ્હીલ અથવા ડ્રાઇવીંગ પુલીની રીમ ઉપરથી જે ઉપયોગી હોર્સ પાવર મશીનરી ચલાવવા માટે મેળવી શકાય છે તેને બ્રેક હોર્સ પાવર કહે છે. એન્જીનના ચાલતા જુદા જુદા ભાગોનાં વજન અને તેમાં થતાં ઘર્ષણને લીધે એન્જીનને પોતાને ચાલવા માટે તેની કેટલીક શક્તિનો ખર્ચ થાય છે. એન્જીને પોતાનાં સીલીન્ડરમાં ઉત્પન્ન કરેલા કુલ હોર્સ પાવરમાંથી તેના જુદા જુદા ભાગોનાં ઘર્ષણમાં ખર્ચ થતા હોર્સ પાવર

બાદ કરવાથી એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર મળે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવરમાંથી એન્જીનની પોતાની અંદર તેના ભાગો ચલાવવામાં ખર્ચ થતા હોર્સ પાવર બાદ કરવાથી બ્રેક હોર્સ પાવર મળે છે. ત્યારે એન્જીનની મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી $= \frac{B.H.P.}{I.H.P.}$

જો એન્જીનો ઘણાં મોટાં કદનાં ન હોય તો તે જે ઉપયોગી શક્તિ આપી શકે છે તે એટલે તેના બ્રેક હોર્સપાવર ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપર એક બ્રેક લાગુ પાડી શોધી શકાય છે. બ્રેક હોર્સપાવર શોધવા માટે વપરાતી આ બ્રેકને **"ડાયનામોમીટર" (dynamometer)** કહે છે.

ડાયનામોમાટર (dynamometer)—નાનાં એન્જીનોના બ્રેક હોર્સપાવર માપવા માટે ડાયનામોમીટર વપરાય છે, અને મોટાં એન્જીનોના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર ઇન્ડીકેટર વડે લીધેલા ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ ઉપરથી શોધી શકાય છે.

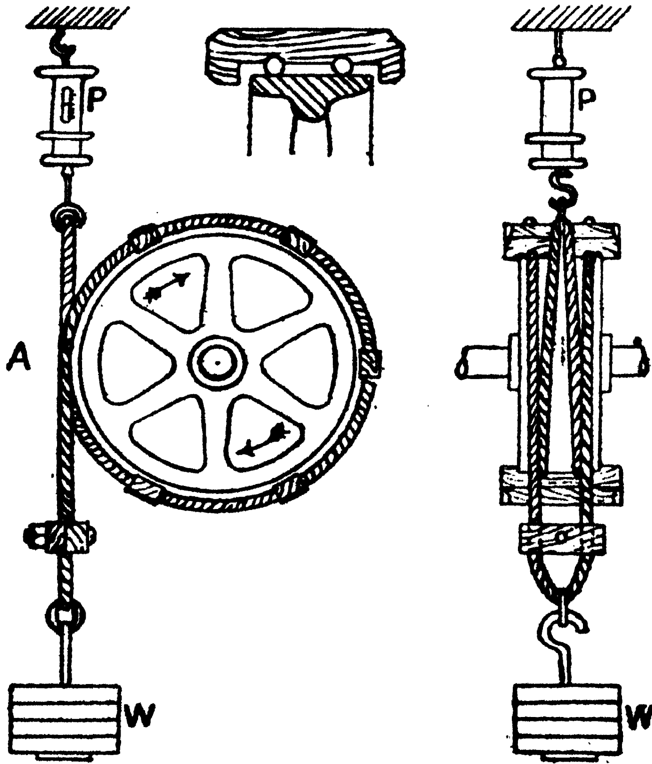
ડાયનામોમીટરને બે મુખ્ય વર્ગોમાં વ્હેંચી શકાય:—**૧. એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટર (Absorption Dynamometer)**, અને **૨. ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર (Transmission Dynamometer)**.

એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટર્સમાં એન્જીન વડે ઉત્પન્ન થતી શક્તિને બ્રેકનાં ઘર્ષણની મદદ વડે તેનું ઉષ્ણતામાં રૂપાંતર કરી ખર્ચ કરવામાં આવે છે.

ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર્સમાં તેને ચલાવવા માટે જોઈતી માત્ર થોડી શક્તિનાં વ્યર્થ સાથે એન્જીન વડે ઉત્પન્ન થતી શક્તિને ડાયનામોમીટરમાંથી સંચારણ કરવામાં આવે છે.

રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર (Rope Brake Dynamometer)—એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટરનો સૌથી સાદો અને ઘણો ભરોસાલાયક આકાર ઘણું કરીને રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર છે. શાફ્ટ

ઉપર સજ્જડ કરેલી પુલી અથવા ફ્લાઈ વ્હીલની રીમની ફરતે એક, બે, અથવા ત્રણ દોરડાંની લંબાઈ અથવા ટુકડાઓને એકવાર પસાર કરવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૩માં દેખાડ્યા પ્રમાણે દોરડાના જુદા જુદા ટુકડાઓને ઢીલા બેસાડેલા લાકડાના બ્લોકસની મદદ વડે તેનાં બરાબર સ્થાનોએ રાખવામાં આવે છે, અને બ્લૉકસને દોરડાં સાથે લેસ વડે બાંધેલા હોય છે. દોરડાંના જુદા જુદા ટુકડાઓના ઉપલા છેડાઓને એકત્ર કરી તેની સાથે મથાળે લટકાવેલો એક સ્પ્રીંગ બેલન્સ P (સ્પ્રીંગનો કાંટો) જોડવામાં આવે છે, અને નીચલા છેડાઓને એકઠા કરી તેઓ સાથે વજન W જોડવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૩માં



આકૃતિ ૩૩

ફ્લાઈ વ્હીલનાં ફરવાની દિશા બતાવી છે. આકૃતિમાં જોતાં જણાશે કે સ્પ્રીંગ બેલન્સ P વ્હીલને ફેરવવામાં મદદ કરે છે, અને વજન W તેનાં ફરવાની સામે થાય છે.

ધારેા કે, W = દેારડાંને નીચલે છેડે લટકાવેલું વજન પૈાંડમાં, જેમાં A ઉપરથી લટકતાં દેારડાંના ભાગ અને હુક, વિગેરેનાં વજનનેા સમાવેશ થાય છે.

P = સ્પ્રીંગ–બેલન્સ વડે દર્શાવવામાં આવતું ખેંચાણ, ઓછા, A અને સ્પ્રીંગ–બેલન્સની વચ્ચે આવતાં દેારડાં, વિગેરેનું વજન, સઘળું પૈાંડમાં.

R = ફ્લાઈ વ્હીલની કાર્યસાધક ત્રિજ્યા ફુટમાં = ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા વત્તા દેારડાંની ત્રિજ્યા ફુટમાં

N = દર મીનીટે ફ્લાઈ વ્હીલના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, ત્રિજ્યા R આગળનેા કાર્યસાધક અવરેાધ = W – P, અને તેનેા મેામેન્ટ = R (W – P) થશે.

હવે જો ફ્લાઈ વ્હીલ એક આંટેા ફરે તેા આ મેામેન્ટની સામે થયલું કામ = ૨ π × R (W – P) થશે, અને એક મીનીટમાં થયલું કામ = ૨ π × R × N × (W – P) ફુટ–પેાંડ.

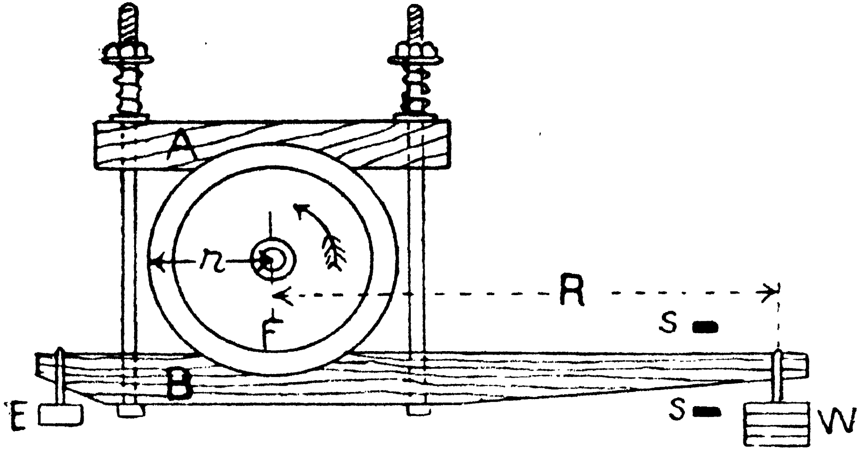
ત્યારે બ્રેક હેાર્સપાવર = B. H. P. = $\frac{૨ \pi R N (W - P)}{૩૩૦૦૦}$

રેાપ બ્રેકમાં દેારડાં અને ફ્લાઈ વ્હીલ વચ્ચેની ઘસાતી સપાટીઓ આગળ સઘળાં કામનું ઉષ્ણતામાં રૂપાંતર થાય છે. ઓછા પાવરનાં નાનાં એન્જીનેા માટે અથવા ટુંકી ત્રાયલ માટે ફ્લાઈ વ્હીલને પુરતું થંડું રાખવાને ફરતાં ફ્લાઈ વ્હીલ સાથે સંબંધમાં આવતી હવા ઉષ્ણતાનેા પુરતેા જથ્થેા ખેંચી જશે. પણ મેાટા પાવરનાં એન્જીનેા માટે અને લાંબી ત્રાયલ માટે ફ્લાઈ વ્હીલની રીમને પાણીથી થંડી રાખવાની જરૂર હેાય છે. પાણીથી રીમને થંડી રાખવા માટે વ્હીલની રીમનું છેદચિત્ર એટલે સેક્શન ચેનલના આકારનું એટલે અંદરની બાજુએ આખી રીમને ફરતે

ગાળાવાળું બનાવવું વધારે સારૂં છે. જ્યાં સુધી વ્હીલની ફરવાની ઝડપ અમુક ઝડપ કરતાં ઓછી ન હોય ત્યાં સુધી મધ્યબિંદુ ત્યાગી બળ એટલે સેન્ટ્રીફ્યુગલ ફોર્સ (centrifugal force)ને લીધે પાણી વ્હીલની રીમના અંદરના ગાળામાં સઘળે ફરતે પકડાઈ રહે છે. એક પાઈપ મારફતે પાણી રીમના ગાળામાં ચાલુ વહેતું રાખવામાં આવે છે, અને બીજી પાઈપ મારફતે પાણી ખેંચી લઈ બહાર કાઢવામાં આવે છે જેથી વ્હીલની રીમ થંડી રહે છે.

બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર (Block Brake Dynamometer)—આ જાતનો ડાયનામોમીટર સાધારણ રીતે **"પ્રોની બ્રેક" (Prony Brake)**ને નામે જાણીતો છે, જે એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટરનો સાદો આકાર છે. પ્રોની બ્રેકના સૌથી સાદા આકારમાં બે લાકડાંના બ્લોકસ (ટુકડાઓ) આપવામાં આવે છે, જે બ્લોકસને તેમની વચ્ચે ફ્લાઈ વ્હીલ અથવા ડ્રાઈવીંગ પુલી સાથે સજ્જડ કરવામાં આવે છે. આ બે બ્લોકસમાંના એકની સાથે લીવર જોડેલું હોય છે, અથવા તે બ્લોકને લંબાવીને લીવરનો આર્મ બનાવેલો હોય છે, જે લીવરના બહારના છેડા ઉપર એક વજન મુકવામાં આવે છે. વજનનું પ્રમાણ એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે જેથી તેનું મોમેન્ટ બન્ને બ્લોક અને પુલીની વચ્ચેનાં ઘર્ષણનાં મોમેન્ટને સમતોલ રાખે.

આકૃતિ ૩૪માં પ્રોની બ્રેકનો સાદો આકાર બતાવ્યો છે. એમાં લાકડાંના બે બ્લોકસ A અને B આપેલા છે જેની અકેક બાજુ ઉપર જે ફ્લાઈ વ્હીલ અથવા ડ્રાઈવીંગ પુલી ઉપર તેને બેસાડવાના હોય તેની રીમની ત્રિજ્યાએ દોરેલા વાંકવાળા ગાળા કાપી કાઢેલા હોય છે, જેથી તે બ્લોકસ ફ્લાઈ વ્હીલની રીમ ઉપર બરાબર સઘળેથી લાગમાં બેસી શકે. આ બન્ને બ્લોકને ફ્લાઈ વ્હીલ Fની રીમ ઉપર આકૃતિમાં દેખાડયા પ્રમાણે બેસાડી તેમને બે બોલ્ટની મદદ વડે નટથી જેમ જોઈએ તેમ સજ્જડ કરવામાં આવે છે. નટો ગમે તો પાના (સ્પેનર Spanner) વડે ટાઇટ થઈ શકે એવી સાધારણ



આકૃતિ ૩૪

આકારની પેલવાળી હોય, અથવા હાથ વડે ટાઈટ થઈ શકે એવી વિંગ (Wing) નટો હોય, અથવા તો નાના હેન્ડ વ્હીલના આકારની હોય. આ નટો અને બ્લોક Aની વચ્ચે સર્પાકાર સ્પીંગ આપેલી હોય છે, જે સ્પ્રીંગો બ્લોકસ અને ફ્લાઇ વ્હીલની વચ્ચેનું દબાણ નિયંત રાખવાનું કામ બજાવે છે. નીચલા બ્લોક Bને જમણી તથા ડાબી તરફ લંબાવેલો હોય છે, જેથી તે બે આર્મવાળું લીવર બની રહે છે. નીચલા બ્લોક Bના જમણી તરફ લંબાયલ ભાગને જ્યારે તેના છેડા ઉપર વજન લાધેલું ન હોય ત્યારે સમતોલ કરી શકે એટલું એક વજન E તે બ્લોકના ડાબી તરફના છેડા ઉપર મુકવામાં આવે છે. બ્લોક Bના જમણા છેડા ઉપરથી લટકાવેલા સળીયા (weight carrier) ઉપર વજનો W લાધવામાં આવે છે. આ વજન W પાવરનું માપ આપે છે. ફ્લાઈ વ્હીલની સાથે લીવર ગોળ ફરી જતું અટકાવવા માટે ઠેસીઓ SS આપેલી હોય છે, જે ઠેસીઓની વચ્ચે લીવરનો આર્મ હાલ્યા કરવાને છુટો છે.

ધારો કે, R = શાફ્ટનાં મધ્યથી વજન Wનાં મધ્ય વચ્ચેનું અંતર ફુટમાં

r = ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા ફુટમાં

W = લીવરના છેડા ઉપરથી લટકાવેલું વજન પૈાંડમાં
F = વ્હીલની રીમની સપાટી ફરતે ઉત્પન્ન થતાં કુલ ઘર્ષણનાં જોરા પૈાંડમાં

અને N = દર મીનીટે શાફ્ટ અથવા ફ્લાઈ વ્હીલના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, બ્લેાકસ અને લીવર સમતેાલ થયલાં છે એમ ધ્યાનમાં રાખીને ફ્લાઈ વ્હીલનાં મધ્યબિંદુ આસપાસનાં મેામેન્ટ લેતાં–

$$F \times r = W \times R$$

$$\therefore\ F = \frac{W \times R}{r} \text{ પૈાંડમાં.}$$

ફ્લાઈ વ્હીલના એક આંટામાં થયલું કામ $= F \times २ \pi r$
$= W \times २ \pi R$ ફુટ–પૈાંડ, અને N આંટામાં થયલું કામ $= F \times २ \pi r \times N = W \times २ \pi R \times N$ ફુટ પૈાંડ છે.

ત્યારે બ્રેક હેાર્સપાવર $= B.H.P = \frac{F \times २ \pi r N}{३३०००} = \frac{W \times २ \pi R N}{३३०००}$

પ્રેાની બ્રેકની મેાટી ખામી એ છે કે જ્યારે શાફ્ટ ઉપર ચલાવનારેા ત્વીસ્તીંગ મેામેન્ટ એટલે તેાર્ક (torque = અમળાવી નાંખનારૂં જોર × તેનેા લીવરેજ) એક સમાન ન હેાય ત્યારે તે જબરા ઝેાલા ખાય છે, અને વળી જ્યારે ચલાવનારેા ત્વીસ્તીંગ મેામેન્ટ એક સમાન હેાય છે, કે જેમ સ્ટીમ ટર્બાઈનમાં હેાય છે, છતાં બ્લેાકસ અને વ્હીલ વચ્ચેનાં કેાએફીશન્ટ એાફ ફ્રીકશનમાં થતી વધઘટ લીવરમાં અતિશય અસ્થિરતા વારંવાર ઉત્પન્ન કરે છે.

બ્લેાકસ અને ફ્લાઈ વ્હીલ વચ્ચેનાં કેાએફીશન્ટ એાફ ફ્રીકશનને નિયંત રાખવાને બ્રેકને સાબુનાં પાણીના ચાલુ પ્રવાહથી સારી રીતે ચીકણી રાખવી જોઈએ. પાણીનેા પ્રવાહ ઉષ્ણતા ખેંચી જવાનું અને વ્હીલ તથા બ્રેકના બ્લેાકસને થંડાં રાખવાનું કામ બજાવે છે.

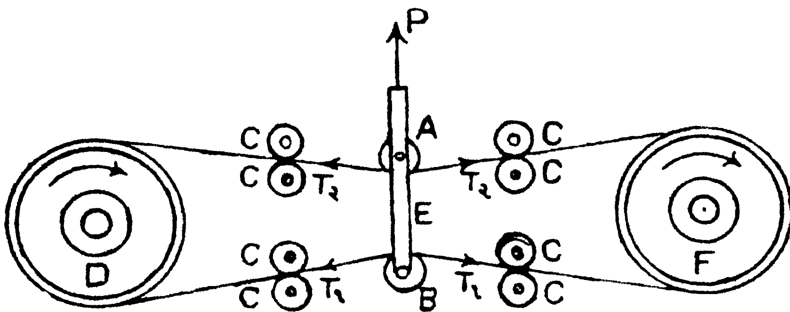
ત્રાન્સમીશન ડાયનામેામીટર (Transmission Dynamometer)—એક મશીનને આપવામાં આવતેા પાવર (શક્તિ) માપવા માટે "ત્રાન્સમીશન ડાયનામેામીટર" વપરાય છે. આ ડાયના-

મોમીટર ચાલતા પટા અથવા કોઈ બીજી રચના ઉપરથી શક્તિ મેળવીને તે શક્તિને માપે છે, અને જેમ બને તેમ ઓછી ખોટ સાથે તે શક્તિ મશીનને આપે છે. આ જાતના ડાયનામોમીટરમાં બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Belt Dynamometer)નો સમાવેશ થાય છે.

બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Belt Dynamometer)—જ્યારે એક પટો બીજી પુલી ઉપર શક્તિનું સંચારણ કરે છે ત્યારે ચલાવવામાં આવતી અથવા ફોલોઇંગ પુલી (driven or following pulley) ઉપરનું સ્પર્શ રેખા રૂપ જોર (tangential effort) પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેના તફાવતની બરાબર હોય છે. જો પટાની આ બે બાજુઓ ઉપરનાં તાણો અથવા ખેંચાણો T_1 અને T_2 હોય અને V દર મીનીટે પટાની ઝડપ ફુટમાં હોય તો સંચારણ થયલા બ્રેક હોર્સપાવર $= \frac{(T_1 - T_2)\,V}{33000}$ છે.

આ જાતના ડાયનામોમીટરના જુદા જુદા આકારો જ્યારે પટો ચાલતો હોય ત્યારે પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત $T_1 - T_2$ સીધો માપવા માટે દાખલ કરવામાં આવ્યા છે.

સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Siemens Belt Dynamometer)—આ જાતના ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટરથી મશીન (સાંચા)ને ચલાવનારા પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં



આકૃતિ ૩૫

ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત માપવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૫માં બતાવ્યા પ્રમાણે D ડ્રાઇવીંગ પુલી છે અને F ફોલોઇંગ અથવા મશીન ઉપરની પુલી છે. મશીનને ચલાવનારા પટાને ગાઇડ પુલીઓ A અને B ઉપરથી લઈ જવામાં આવે છે, જે ગાઇડ પુલીઓને એક ચોકઠાં એટલે ફ્રેમ (frame) Eમાં જડેલી છે. પટાના બન્ને બાજુના ઝોકના ખુણાઓ પુલીઓ C વડે એક સરખા રાખવામાં આવે છે. જો T_1, T_1 પટાનાં સૌથી વધુ ખેંચાણો હોય, અને T_2, T_2 પટાનાં સૌથી ઓછાં ખેંચાણો હોય, તો T_1 એ T_2, T_2ને લીધે ફ્રેમ Eને ઉપર ઉંચકનારાં પરિણામનાં જોર (resultant upward force) R_2 કરતાં વધારે મોટું નીચે દબાવનારૂં પરિણામનું જોર (resultant downward force) R_1 આપશે. તેટલા માટે ફ્રેમને તેનાં સ્થાને પકડી રાખવા માટે ઉપરની દિશામાં કાર્ય કરતું જોર $P = R_1 - R_2$ આપવું જોઇશે, અને જો આ જોર Pને માપવામાં આવે, તો તે ઉપરથી T_1 અને T_2 તથા પટાના ઝોકના ખુણાઓ શોધી શકાય.

ધારો કે, R = મશીન ઉપરની પુલીની ત્રિજ્યા ફુટમાં

N = એક મીનીટમાં તે પુલીના આંટાની સંખ્યા

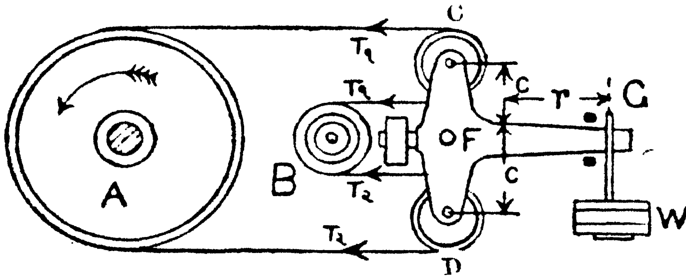
ત્યારે, એક આંટામાં થયલું કામ = $(T_1 - T_2)$ ૨ π R ફુટ–પૈાંડ.

અને $B. H. P. = \frac{(T_1 - T_2) \times २ \pi R N}{33000}$

ફ્રુડ એન્ડ થોર્નીક્રોફ્ટ ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર

(Froude and Thorneycroft Transmission Dynamometer)—આકૃતિ ૩૬માં ફ્રુડ એન્ડ થોર્નીક્રોફ્ટ ડાયનામોમીટર બતાવ્યો છે. આ ડાયનામોમીટરમાં પણ મશીનને ચલાવનારા પટાનાં ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત બ્રેક હોર્સપાવરની ગણત્રી કરવા માટે માપવામાં આવે છે. A ડ્રાઇવીંગ એટલે ચલાવનારી પુલી અને

B મશીન ઉપરની ડ્રીવન (ચલાવવામાં આવતી) પુલી છે. બે ગાઇડ પુલીઓ C અને D એ T આકારની ફ્રેમ એટલે ચોકઠાં ઉપર બેસાડેલા સ્પીન્ડલ ઉપર ઢીલી ફરે છે. આ ફ્રેમને તેનાં ફલક્રમ F ઉપર આમતેમ ફરી શકે એમ બેસાડેલી છે. પટાને પુલી A ઉપરથી આકૃતિમાં દેખાડયા પ્રમાણે D, B, અને Cની ફરતે લઇ જવામાં આવે છે. ગાઇડ પુલીઓના ઉપયોગને લીધે જે કાંઇ ઘર્ષણ ઉત્પન્ન થાય તે ધ્યાનમાં ન લઈએ તો આ ગાઈડ પુલીઓ ઉપરથી પટો પસાર થવાને સબબે પટાનાં ખેંચાણો અથવા તાણોમાં કશો ફેરફાર થતો નથી, તેથી આપણને લીવરના ઉપલી તરફના ભાગ ઉપર ખેંચાણ કરતાં બે જોરો T_1 અને T_1, તથા લીવરના નીચલી તરફના ભાગ ઉપર કાર્ય કરતાં બીજાં બે જોરો T_2 અને T_2 મળશે. આ ખેંચાણોનાં મોમેન્ટસને સમતોલ રાખવાને એક જોર W જોઈશે. Cમાંથી કાર્ય કરતો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણોનો રીઝલ્ટન્ટ ૨ T_1 બરાબર લઈએ, અને વળી Dમાંથી કાર્ય કરતો પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણોનો રીઝલ્ટન્ટ ૨ T_2 બરાબર લઈએ, ત્યારે—



આકૃતિ ૩૬

$W \times GF = (૨T_1 \times FC) - (૨T_2 \times FD)$, અને જો આર્મ્સ FC અને FD સરખા હોય, કે જેમ હમેશાં હોય છે, તો

$$W \times GF = ૨ \times FC\,(T_1 - T_2)$$

$$\therefore\ T_1 - T_2 = \frac{W \times GF}{૨\,FC}$$

ધારો કે, r = આર્મ GF ફુટમાં,
c = આર્મ્સ FC અને FDની લંબાઇ ફુટમાં કે
જેઓ બન્ને એક સરખા હોય છે,
W = લીવરને સમતોલ રાખનારૂં જોર પૈાંડમાં,
d = મશીનની પુલીનો વ્યાસ ફુટમાં,
અને N = એક મીનીટમાં મશીનની પુલીના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, $T_{૧} - T_{૨} = \frac{W \times r}{૨c}$

અને બ્રેક હોર્સપાવર = $B. H. P. = \frac{\pi d N (T_{૧} - T_{૨})}{૩૩૦૦૦}$

$$= \frac{\pi d N W r}{૩૩૦૦૦ \times ૨c}$$

તોર્શન મીટર (Torsion Meter) વડે માપવામાં આવતા શાફ્ટના હોર્સપાવર—સ્ટીમરો, મીલો અને મોટાં ઇલેક્ટ્રીક પાવર સ્ટેશનો ચલાવવા માટે હાલમાં સ્ટીમ ટર્બાઇન્સ (Steam turbines) વપરાવા લાગ્યાં છે. જેમ રેસીપ્રોકેટીંગ (આમતેમ ચાલતાં) સ્ટીમ એન્જીનોનાં સીલીન્ડરોમાં ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ વડે માપી શકાય છે તેમ ટર્બાઇન્સની બાબતમાં બની શકતું નથી, કારણ કે ટર્બાઇન્સના અંદરના ભાગો ગોળ ફરતા હોવાથી તે ઉપરથી ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ લઈ શકાતા નથી. વળી ટર્બાઇનિ વડે ઉત્પન્ન થતો પાવર એટલો બધો મોટો હોય છે કે તે પાવર માપવા માટે સાધારણ ડાયનામોમીટર સગવડ ભરેલાં હોતાં નથી, તેથી આ માટે શાફ્ટ વડે સંચારણ થતા પાવર માપવાની રચના દાખલ કરવામાં આવી છે. આ રચનાને **તોર્શન મીટર (Torsion Meter)** કહે છે. એમાં શાફ્ટની આપેલી લંબાઈ ઉપર શાફ્ટ જેટલે ખુણે અમળાય છે તે ખુણો માપવામાં આવે છે, અને આ ખુણો તથા શાફ્ટની ઝડપ અને શાફ્ટની પોતાની અમુક વિગતો ઉપરથી હોર્સપાવર સહેલાઇથી મેળવવામાં આવે છે.

ધારો કે, d = નક્કર શાફ્ટનો વ્યાસ ઇંચમાં,

a = શાફ્ટ જેટલે ખુણે અમળાય તે ખુણો ડીગ્રી (અૌંશ)માં,

L = શાફ્ટની જેટલી લંબાઈ ધ્યાનમાં લીધી હોય તે લંબાઈ ફુટમાં,

D અને d = પોકળ શાફ્ટના અનુક્રમે બહારના અને અંદરના વ્યાસો ઈંચમાં,

ત્યારે, નક્કર શાફ્ટ માટે—

$$\text{ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ} = T.\ M. = \frac{૧૪૦\ d^{૪} a}{L} \text{ ફુટ–પૌંડ}$$

અને પોકળ શાફ્ટ માટે—

$$\text{ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ} = T.\ M. = \frac{૧૪૦\ (D^{૪} - d^{૪})\ a}{L} \text{ ફુટ–પૌંડ}$$

એમાં ૧૪૦ નિયંત સંખ્યા છે જે સંખ્યા શાફ્ટ જે ધાતુની બનેલી હોય તે ધાતુનાં મોડયુલસ ઓફ઼ ઇલેસ્ટીસીટી ઉપર આધાર રાખે છે. માઇલ્ડિ સ્ટીલની શાફ્ટ માટેનો મોડયુલસ ઓફ઼ ઇલેસ્ટીસીટી ૩૦,૦૦૦,૦૦૦થી કાંઇકિ ઓછો લેતાં તે માટેની નિયંત સંખ્યા ૧૪૦ મળે છે.

શાફ્ટનો અમળાવાનો ખુણો શાફ્ટની લંબાઇનાં સીધાં પ્રમાણમાં ફેરફાર થશે, અને શાફ્ટના વ્યાસના ચતુર્ઘાત (fourth power)નાં ઉલટાં પ્રમાણમાં ફેરફાર થશે.

ઉપર આપેલી ફોરમ્યુલા વડે ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ મેળવ્યા પછી હોર્સપાવર નીચે પ્રમાણે મેળવી શકાશેઃ—

$$\text{હોર્સપાવર} = \frac{T.\ M. \times ૨\ \pi\ N}{૩૩૦૦૦}, \text{ એમાં}$$

N = એક મીનીટમાં શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા.

દાખલો ૧—એક ફ્રીકશન ડાયનામોમીટરનાં લીવરને છેડે ૬૦ પૌંડનું વજન લાધેલું છે, જે વજનનો આર્મ ૩૦ ઇંચ છે. દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા ૧૦૦ છે, તો બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

$$B.H.P. = \frac{W \times ૨ \pi R N}{૩૩૦૦૦}$$

$$\therefore B.H.P. = \frac{૬૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૩૦ \times ૧૦૦}{૭ \times ૧૨ \times ૩૩૦૦૦} = \underline{૨{\cdot}૮૬}$$

દાખલો ૨—ઉપલા દાખલામાં બ્રેક વડે દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતો ઉષ્ણતાનો જથ્થો B. T. U.માં શોધો.

દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતી શક્તિ = ૨·૮૬ × ૩૩૦૦૦
= ૯૪૩૮૦ ફુટ–પૌંડ.
૭૭૮ ફુટ–પૌંડ = ૧ B. T. U.

$$\therefore \text{દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતા } B.T.U. = \frac{૯૪૩૮૦}{૭૭૮} = \underline{૧૨૧{\cdot}૩}$$

દાખલો ૩—એક ઓઇલ એન્જીનના બ્રેક હોર્સપાવર માપવા માટે તેનાં ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપર રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે અને દોરડાંનો વ્યાસ ૧/૪ ઇંચ છે. દર મીનીટે ૧૮૩ આંટાની ઝડપે જ્યારે ફ્લાઈ વ્હીલ ફરે છે ત્યારે દોરડાંને છેડે ૬૭½ પૌંડનું વજન લટકાવવામાં આવ્યું છે, અને તેજ વેળાએ સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૪¾ પૌંડ દર્શાવે છે, તો બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

$$\text{રોપ બ્રેકમાં } B.H.P. = \frac{૨ \pi R N (W - P)}{૩૩૦૦૦}$$

$$= \frac{૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૧૨૧}{૪૮} \times ૧૮૩ \, (૬૭\frac{૧}{૨} - ૪\frac{૩}{૪})}{૩૩૦૦૦}$$

$$= \frac{૨ \times ૨૨ \times ૧૨૧ \times ૧૮૩ \times ૬૨{\cdot}૭૫}{૩૩૦૦૦} = \underline{૫{\cdot}૫૧}$$

દાખલો ૪—દાખલા ત્રિજામાં એન્જીનના ઈન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર ૬·૪ માલમ પડયા છે, તો તે એન્જીનની મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી શોધો, અને વળી દર મીનીટે એન્જીનમાંનાં ઘર્ષણના અવરોધો દુર કરવામાં કેટલી શક્તિ વ્યર્થ ગઈ હશે તે શોધો.

$$\text{મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી} = \frac{B.\ H.\ P.}{I.\ H.\ P.}$$

$$= \frac{૫\cdot૫૧}{૬\cdot૪} = \underline{૦\cdot૮૬}$$

વ્યર્થ જતા હોર્સ પાવર = ૬·૪ − ૫·૫૧

= ·૮૯

∴ વ્યર્થ જતી શક્તિ = ·૮૯ × ૩૩૦૦૦ = <u>૨૯૩૭૦ ફુટ–પૌંડ</u>.

દાખલો ૫—એક મરીન સ્ટીમ ટર્બાઈનના હોર્સ પાવર શોધવા માટે પ્રોપેલર શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૪૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે તેની ૨૦ ફુટ લંબાઈનો અમળાવાનો ખુણો તપાસવામાં આવ્યો તો તે ૧·૭૫ ડીગ્રી માલમ પડયો. શાફ્ટ જે નક્કર છે તે ૭ ઇંચના વ્યાસની છે. શાફ્ટ જે ધાતુની બનેલી છે તે ધાતુનો મોડયુલસ ઓફ ઇલેસ્ટીસીટી (modulus of elasticity) દર ચોરસ ઇંચે ૧૨૦૦૦૦૦૦ પૌંડ છે એમ જાણીતું છે, તો છેડાના ધક્કા (end thrust)ની અસર ધ્યાનમાં ન લેતાં હોર્સ પાવર શોધો.

$$\text{ત્વીસ્ટીંગ મોમેન્ટ} = T.\ M. = \frac{૧૪૦d^{૪}\theta}{L} \text{ ફુટ–પૌંડ.}$$

$$= \frac{૧૪૦ \times ૭ \times ૭ \times ૭ \times ૭ \times ૧\cdot૭૫}{૨૦}$$

$$= ૨૯૪૧૨\cdot૨૫ \text{ ફુટ–પૌંડ}$$

$$\text{હોર્સ પાવર} = \frac{T.\ M. \times ૨\pi N}{૩૩૦૦૦}$$

$$= \frac{૨૯૪૧૨\cdot૨૫ \times ૨ \times ૨૨ \times ૪૮૦}{૩૩૦૦૦ \times ૭}$$

$$= \underline{૨૬૮૯\cdot૧૨}$$

દાખલો ૬—એક એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૧૦ ફુટ છે, અને તે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. દોરડાંને નીચલે છેડે લાધેલું વજન ૧૦૦૦ પૌંડ છે, અને તેજ વેળાએ સ્પ્રીંગ બેલન્સ વડે દર્શાવતું સામું ખેંચાણ ૧૦૦ પૌંડ છે. દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે, તો બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો. જો એન્જીનની મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી ૮૦ ટકા હોય, તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર શોધો.

ફ્લાઈ વ્હીલની કાર્યસાધક ત્રિજ્યા=ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા+દોરડાંની ત્રિજ્યા

$$= ૬૦'' + \frac{૧}{૨}'' = ૬૦\frac{૧}{૨}''$$

$$= \frac{૧૨૧}{૨} \times \frac{૧}{૧૨} = \frac{૧૨૧}{૨૪} \text{ ફુટ.}$$

$$\text{બ્રેક હોર્સ પાવર} = \frac{૨\pi R N (W - P)}{૩૩૦૦૦}$$

$$= \frac{૨ \times ૨૨ \times ૧૨૧ \times ૧૦૦ (૧૦૦૦ - ૧૦૦)}{૭ \times ૨૪ \times ૩૩૦૦૦}$$

$$= \underline{૮૬\cdot૪૨}$$

B. H. P.   B. H. P.   I. H. P.

૮૦ : ૮૬·૪૨ : : ૧૦૦

$$\text{I. H. P.} = \frac{૮૬\cdot૪૨ \times ૧૦૦}{૮૦} = \underline{૧૦૮}$$

એકસરસાઇઝ ૫મી.

૧. પ્રોની બ્રેકની આકૃતિ કાઢી તેનું વર્ણન આપો. આ જાતનો ડાયનામોમીટર એક એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે વપરાયો છે. ફ્લાઇ વ્હીલ દર મીનીટે ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. ફ્લાઈ વ્હીલનાં મધ્યબિંદુથી ત્રણ ફુટ દુર ૨૦૦ પૌંડનું વજન લાધવામાં આવ્યું છે, તો તે એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો.

૨. એક ઓઇલ એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ફલાઇ વ્હીલ દર મીનીટે ૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે અને તેનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે. સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૧૨ પૌંડનું ખેંચાણ દર્શાવે છે અને ડેડ વેટ (દોરડાંને છેડે લાધેલું વજન) ૭૫ પૌંડ છે, તો બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો, અને બ્રેક વડે દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતો ઉષ્ણતાનો જથ્થો B.T.U.માં શોધો.

૩. દાખલા બીજામાંનાં એન્જીનના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ વડે ૮.૬ માલમ પડ્યા છે, તો તે એન્જીનની મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી શોધો, અને વળી એન્જીનમાં ઘર્ષણના અવરોધ દુર કરવામાં દર મીનીટે વ્યર્થ જતી શક્તિ શોધો.

૪. એક નાનાં ડી લેવલ (De Laval) સ્ટીમ ટર્બાઇનના બ્રેક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે પ્રોની બ્રેક વપરાઇ છે. સેકન્ડ મોશન શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી એક પુલી ઉપર બ્રેકને મુકેલી છે. શાફ્ટ દર મીનીટે ૨૯૯૨ આંટાની ઝડપે ફરે છે. બ્રેક ઉપર ૫ પૌંડનું વજન લાધેલું છે, જે ધરીથી ૧૮ ઇંચ દુર છે, તો બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો.

૫. એક સ્ટીમ એન્જીનનાં સીલીન્ડરનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને સ્ટ્રોકની લંબાઇ ૧૬ ઇંચ છે. આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૨૧૦ છે, અને વરાળનું સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૩૫ પૌંડ છે, તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર શોધો. આ એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર પ્રોની બ્રેક ડાયનામોમીટર વડે ટેસ્ટ કરવામાં આવે છે. પ્રોની બ્રેકને ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલી પુલી કે જેનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે તે ઉપર મુકેલી છે. બ્રેક ઉપરનો કાર્યસાધક લોડ ૩૧૦ પૌંડ છે, અને તેને ૨$\frac{1}{2}$ ફુટની ત્રિજ્યાએ લાધેલું છે; તો બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો, અને મીકેનીકલ એફીશીયન્સી શોધો.

૬. એબ્સોર્પશન અને ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો. એક પોર્ટેબલ એન્જીનનો પાવર ફલાઇ વ્હીલની ઉપરથી

તેની ઉપલી અર્ધ ગોળાઇ ઉપર પસાર થતા પટા વડે ટેસ્ટ કરવામાં આવે છે. ફ્લાઇ વ્હીલનો વ્યાસ ૫૪ ઈંચ છે. પટાના એક છેડાને સ્પ્રીંગ બેલન્સ સાથે સજ્જડ કરેલો છે અને બીજે છેડે એક વજન લટકાવેલું છે. જ્યારે એન્જીન દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતું હોય, અને જો લટકાવેલું વજન ૩૦૦ પૈાંડ અને પટાના સજ્જડ કરેલા છેડા ઉપરનું ખેંચાણ સ્પ્રીંગ બેલન્સ વડે ૧૯૫ પૈાંડ હોય, તો તે એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો.

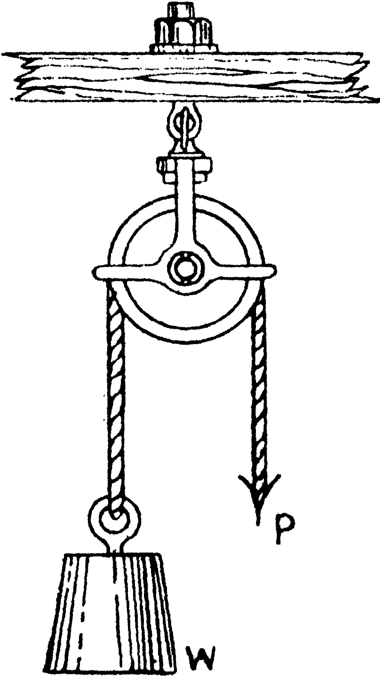
૭. એક ગેસ એન્જીનના બ્રેક હોર્સ પાવર રોપ બ્રેક ડાયનામો-મીટર વડે માપવામાં આવે છે. બ્રેક પુલી (જે પુલી ઉપર બ્રેક મુકવામાં આવી હોય તે પુલી)નો વ્યાસ ૩$\frac{૧}{૨}$ ફુટ છે, અને તે દર મીનીટે ૩૬૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. દોરડાંને છેડે લટકાવેલું વજન ૭૦ પૈાંડ છે, અને સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૩ પૈાંડ દર્શાવે છે. દોરડાંનો વ્યાસ $\frac{૩}{૪}$ ઈંચ છે, તો બ્રેક હોર્સ પાવર શોધો.

૮. એક મરીન સ્ટીમ ટર્બાઇનના હોર્સ પાવર શોધવા માટે "તોર્શન મીટર" વપરાયું છે. પ્રોપેલર શાફ્ટનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે, અને તોર્શન ગીઅર શાફ્ટની ૧૦ ફુટની લંબાઈ ઉપર જોડવામાં આવ્યું છે. જ્યારે શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે ત્યારે શાફ્ટની ૧૦ ફુટની લંબાઇ ઉપરનો અમળાવાનો ખુણો ૦ ડીગ્રી ૪૮ મીનીટસ માલમ પડયો તો હોર્સ પાવર નક્કી કરો.

પ્રકરણ ૫મું

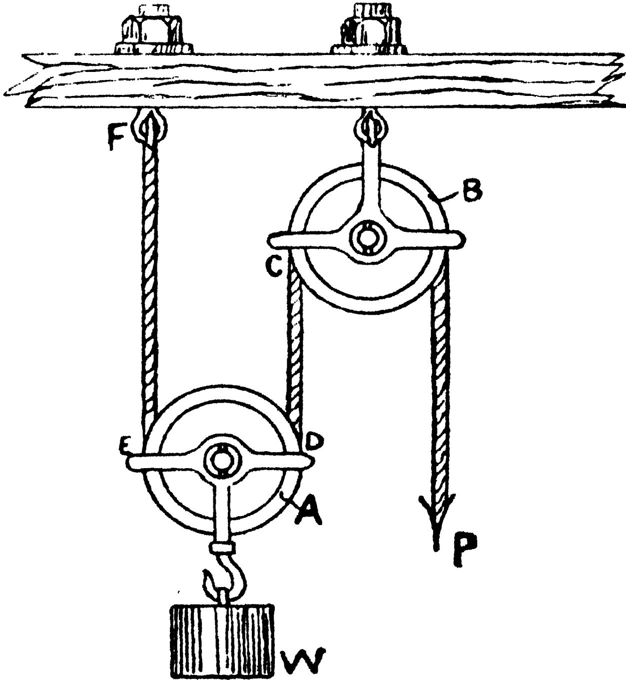
પુલી બ્લોક (ઘરેડી અથવા કપ્પી); સ્નેચ-બ્લોક; પુલી બ્લોક ટેકલ.

સાદા પુલી બ્લોક (Simple pulley block એટલે ઘરેડી અથવા કપ્પી)—વજનો ઉપાડવાની સૌથી સાદી રચના કપ્પી એટલે પુલીને કોઈ પણ ઉંચાઈએ આપેલા બીમ એટલે ભારવટીઆ ઉપરથી લટકાવી તે ઉપરથી દોરડું પસાર કરવાથી મળી શકે છે, જુઓ આકૃતિ ૩૭. દોરડાંના એક છેડા સાથે વજન બાંધી બીજે છેડે જોર લાગુ પાડી તે વજનને ઉંચકી શકાય છે. આ રચનાને પુલી બ્લોક કહે છે. આપણે પહેલા ભાગમાં શીખી ગયા કે વ્હીલ અને એક્સલનો નિયમ સાદા લીવરને મળતો છે. જો વ્હીલ અને એક્સલના વ્યાસો એક સરખા રાખવામાં આવે તો P અને Wના આર્મ સરખા થાય, અને Pની જેટલી ગતિ તેટલીજ



આકૃતિ ૩૭

Wની ગતિ થાય. સાદા પુલી બ્લોકની રચનામાં એજ પ્રમાણે હોય છે, પણ ફરક માત્ર એટલોજ કે પુલી બ્લોકમાં P અને W એકજ ક્ષેત્રમાં હોય છે. એમાં P અને Wના આર્મ સરખા હોય છે, તેથી જો આપણે ઘર્ષણ, વિગેરે ધ્યાનમાં ન લઈએ અને દોરી સંપૂર્ણ નમનશીલ (flexible) છે એમ માની લઈએ, તો P અન W સરખા છે, અને યાંત્રિક લાભ એટલે મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ કશો મળતો નથી, અને P તથા Wની ગતિ એકજ સરખી છે. બીમ ઉપરનું ખેંચાણ P + W છે. આ રચનામાં જે પુલી વપરાય છે તેને શીવ (Sheave ઘરેડી) કહેવામાં આવે છે, અને તેમાં એકજ ધરી ઉપર સ્વતંત્ર રીતે ફરતી એક, બે, ત્રણ અથવા વધુ શીવ્ઝ (ઘરેડી) વપરાય છે, અને તેને અનુક્રમે સીંગલ બ્લોક, ડબલ બ્લોક, ત્રેબલ બ્લોક, વિગેરે કહેવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૩૮

જો આકૃતિ ૩૭માં દેખાડેલો દોરડાં સાથનો સીંગલ બ્લોક ઉલટાવવામાં આવે અને દોરડાંનો એક છેડો બીમ એટલે ભારવટીઆ સાથે બાંધી બીજો છેડો એક સ્થાઈ (fixed) પુલી બ્લોક ઉપરથી પસાર કરી તે છેડા ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે અને ઉલટાવેલા બ્લોકના હુક ઉપર વજન લટકાવવામાં આવે તો આપણને આકૃતિ ૩૮માં દેખાડેલી રચના મળે છે. એમાં વપરાયલી સ્થાઈ પુલી B જોર P અને વજન W વચ્ચેનાં પ્રમાણને અસર કર્યા શિવાય માત્ર દોરડાંની દિશા ફેરવે છે. દોરડાં ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ તેની આખી લંબાઈએ જોર Pની બરાબર છે. આ પ્રમાણે FE અને CD ભાગો ઉપરનું ખેંચાણ Pના બરાબર છે, તેટલા માટે ઉપરની દિશામાં કાર્ય કરતાં દરેક Pની બરાબરનાં બે જોરો વડે નીચલી દિશામાં કાર્ય કરતો W ટેકવાય છે.

$$\therefore\ W = ૨\ P,\ \text{અને}\ P = \frac{W}{૨}.$$

આ ઉપરથી નક્કી થાય છે કે જો Pની ગતિ ૨ ફુટ હશે તો Wની ગતિ એક ફુટ થશે, કારણ કે જો ૨ ફુટ અંતર સુધી જોર Pને લાગુ પાડવામાં આવે તો Cથી F સુધીની દોરડાંની લંબાઈ ૨ ફુટ જેટલી ઓછી થશે, તેટલા માટે CD અને EF એ દરેક ભાગો કે જેમાં દોરડું વિભક્ત થયલું છે તે એક ફુટ ટુંકા થશે, પણ એ Wની ઉપર જતી ગતિ થશે. તેટલા માટે કામના નિયમ પ્રમાણે—

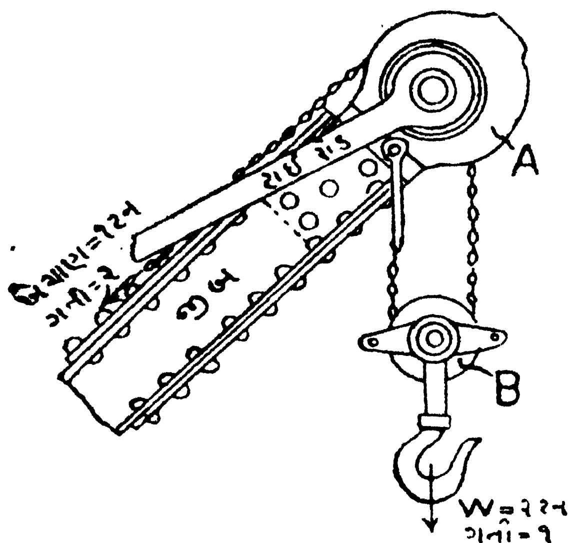
$$P \times P\text{ની ગતિ} = W \times W\text{ની ગતિ}$$

$$P \times ૨ = W \times ૧$$

$$\therefore\ P = \frac{W}{૨},\ \text{અને}\ W = ૨P,$$

અથવા, યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{૨}{૧} = ૨$ છે, અને બીમ ઉપરનું ખેંચાણ $= P + W = P + ૨\ P = ૩\ P$ છે.

સ્નેચ બ્લોક (Snatch Block)—આકૃતિ ૩૯માં સ્નેચ બ્લોકની રચના બતાવી છે, એમાં આગળ વર્ણવ્યા જેવી ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ movable) પુલી હોય છે, જે જીબ–ક્રેન અથવા ચાઈનીઝ વીન્ડલેસ (Chinese Windlass) વડે ઉપાડવાનાં વજનો ટેકવવા માટે વપરાય છે. સાંકળ ઉપરનું ખેંચાણ



આકૃતિ ૩૯

ક્રેનનાં ચોકઠાં (ફ્રેમીંગ framing) સાથે સજ્જડ કરેલી ક્રેબ (crab)ની સાધારણ રચનાની મદદ વડે મેળવી શકાય છે. આ બાબતમાં સાંકળ ક્રેબનાં બેરલ ઉપરથી જીબને ઉપલે છેડે આપેલી પુલી A ઉપરથી પસાર થઈ ઉભા દિશામાં નીચે આવી સ્નેચ-બ્લોક પુલી Bની નીચેથી પસાર થાય છે, અને ત્યાંથી ઉભી દિશામાં ઉપર જઈ તેનો છેડો આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે જીબને મથાળે પુલી Aની નીચે જીબની ઉપર આપેલા વેહમાં બોલ્ટ અને નટ વડે સજ્જડ કરવામાં આવે છે. જો ક્રેબ ઉપરથી આવતી સાંકળનું ખેંચાણ ૧ ટન હોય તો ટેકવવામાં

આવતું વજન ૨ ટન થશે, કારણ કે સાંકળના બે વિભાગો વડે વજન ટેકવાય છે, જે દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ ૧ ટન જેટલું છે. આપેલા વખતમાં સાંકળની ગતિ Wની ગતિથી બમણી થશે, કે જેમ આકૃતિ ૩૮માં સમજાવ્યું છે.

પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓ(Different systems of pulleys)—પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓને "સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ"ને નામે ઓળખવામાં આવે છે. આ રચના સંખ્યામાં ત્રણ છે, જેમને અનુક્રમે "ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ", "સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ", અને "થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ" કહે છે.

ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (First system of pulleys)—એમાં આકૃતિ ૪૦માં દેખાડયા પ્રમાણે જેટલાં દોરડાં એટલી ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ movable) પુલીઓ હોય છે. એક દોરડું સ્થાઈ પુલી A ઉપરથી પસાર થઈ મુવએબલ એટલે ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી પુલી Bની નીચેથી થઈ તે દોરડાંનો બીજો છેડો બીમ (ભારવટીઆ) સાથે બાંધવામાં આવે છે. એક બીજાં દોરડાંનો એક છેડો પુલી B સાથે બાંધી મુવએબલ પુલી Cની નીચેથી પસાર થઈ તેનો બીજો છેડો બીમ સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને એ પ્રમાણે દરેક મુવએબલ પુલીને એકેક દોરડું લગાડેલું હોય છે. દરેક દોરડાં ઉપરનું ખેંચાણ આકૃતિ ઉપર લખ્યું છે અને તે નીચે પ્રમાણે છેઃ—

B પુલી આસપાસનાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું તાણ = P.

C ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, = ૨ P.

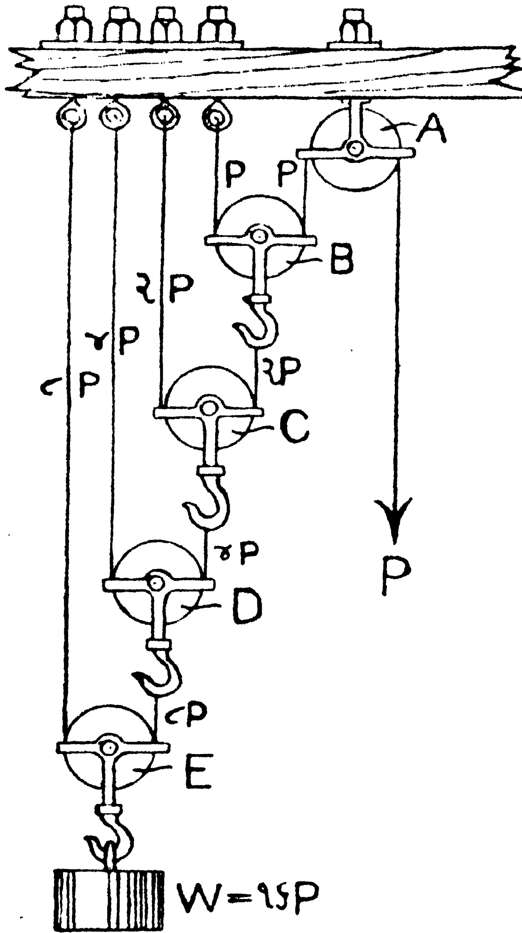
D ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, = ૪ P.

E ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, = ૮ P.

તેટલા માટે, W = ૧૬ P.

બીમ ઉપરનું ખેંચાણ = P + W = P + ૧૬ P = ૧૭ P.

જો એક બીજી વધુ પુલી લાગુ પાડી હોત, તો W = ૩૨ P થાત. બીજી બે પુલી વધારી હોત તો W = ૬૪ P થાત, અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે. આ પરિણામ ઉપરથી એક સામાન્ય નિયમ અથવા ફોરમ્યુલા ઉપજાવી શકાય છે, કારણ કે એક મુવએબલ એટલે ખસેડી શકાય એવી પુલી વપરાઈ હોત તો W = ૨ P અથવા ૨^{૧} P (બેનો પ્રથમ-ઘાત × P), જો બે પુલી વપરાઇ હોત તો W = ૪P અથવા ૨^{૨} P (બેનો વર્ગ × P), જો ત્રણ પુલી વપરાઈ હોત તો W = ૮P અથવા ૨^{૩} P (બેનો ઘન × P), જો ચાર પુલી વપરાઈ હોત તો W = ૧૬ P અથવા ૨^{૪} P (બેનો ચતુર્ઘાત), અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે; તેથી જો મુવએબલ એટલે ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી પુલીઓની સંખ્યા n અક્ષર વડે દર્શાવીએ, તો



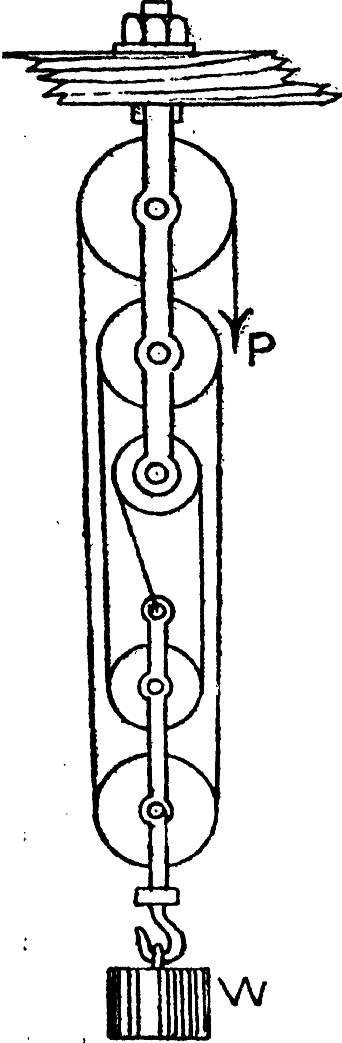
આકૃતિ ૪૦

$$W = ૨^{n} P, \text{ અને } P = \frac{W}{૨^{n}}, \text{ અને}$$

યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} =$ ૨^n ગણો છે.

વળી Pની ગતિ : Wની ગતિ : : ૨^n : ૧, અને

$$W\text{ની ગતિ} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{૨^n}$$



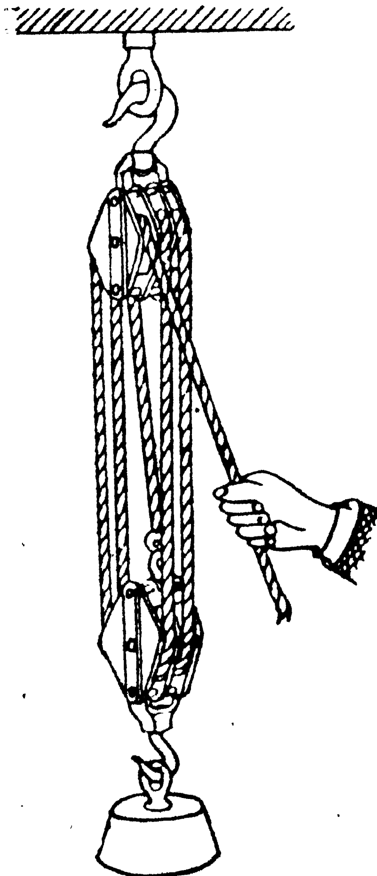
આકૃતિ ૪૧

આ ઉપરથી જણાશે કે આ રચનાને લીધે પાવરનો લાભ ઘણો જલદીથી વધી જાય છે. માત્ર એક પુલીનો વધારો કરવાથી પાવર (બળ) બમણો થાય છે. પણ પુલી B પુલી Aનાં સંબંધમાં આવી જવાને લીધે Wની ગતિ પરિમિત થાય છે. પણ Bની ગતિ Wની ગતિ કરતાં ઘણી વધારે ઝડપી હોય છે, તેથી Wને પ્રમાણમાં અમુક હદ સુધીનાં અંતરેજ માત્ર ઉપાડી શકાય છે. આ કારણને લીધે એ રચના (સીસ્ટમ) વ્યવહારમાં ભાગ્યેજ વપરાય છે.

સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (Second System of pulleys)

આકૃતિ ૪૧માં માત્ર એકજ દોરડું છે જે દરેક પુલીની આસપાસ વારાફરતી પસાર કરી જો છેવટે દોરડાંનો છેડો નીચલી પુલી તરફથી આવે તો દોરડું ઉપલી પુલી સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને જો ઉપલી પુલી તરફથી આવે તો નીચલી પુલી તરફથી બાંધવામ આવે છે. દોરડાં ઉપરનું ખેંચાણ તેની આખી લંબાઈએ એક સરખું છે અને તે જોર Pની બરાબર

છે. આકૃતિમાં દેખાડયા પ્રમાણે નીચલી પુલી સાથે વજન દોરડાંના પાંચ વિભાગો વડે ટેકવાય છે, તેટલા માટે $W = ૫ P$, અથવા જો નીચલા ખસેડી શકાય એવા (મુવએબલ) બ્લોક ઉપરનાં દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા n અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે તો $W = nP$, $P = \frac{W}{n}$, અને યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = n$. Pની ગતિ : Wની ગતિ : : n : ૧, તેટલા માટે Pની ગતિ = n × Wની ગતિ. અને Wની ગતિ $= \frac{\text{Pની ગતિ}}{n}$.



આકૃતિ ૪૨

પુલી બ્લોક ટેકલ (Pulley Block Tackle) — આગળ વર્ણવેલી રચનામાં થોડો ઘણો સુધારો કરી વજનો ઉપાડવા માટે તેનો બહોળી રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, અને આ સુધારેલી રચના "પુલી બ્લોક ટેકલ"ને નામે ઓળખાય છે. એમાં બ્લોકમાં એક બીજીની નીચે શીવ્ઝ રાખવાને બદલે તેમને પાસે પાસે મુકવામાં આવે છે. પુલી બ્લોક ટેકલની રચના આકૃતિ ૪૨માં દેખાડી છે. એમાં જોતાં જણાશે કે ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે અને દરેક શીવની વચ્ચે પાતળી લોખંડની પ્લેટ રાખી છે. દરેક બ્લોકની શીવ્ઝ (ધરેડીઓ) એકજ લોખંડ અથવા પોલાદના સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, અને તેઓ એક બીજીથી સ્વતંત્ર

ફરવાને છુટી છે. દોરડું આ બાબતમાં નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને ત્યાંથી તે ઉપલા બ્લોકની એક શીવ ઉપરથી પસાર થઈ નીચલા બ્લોકની એક શીવને તળીયેથી આવી પાછું ઉપલા બ્લોકની બીજી શીવની ઉપરથી પસાર થઈ નીચલા બ્લોકની બીજી શીવને તળીયેથી આવી પાછું ઉપલા બ્લોકની ત્રીજી શીવ ઉપરથી પસાર થઈ દોરડાંનો છેડો બહાર છુટો લટકતો રહે છે. આ છુટો છેડો જેને "ફાલ" (fall) કહે છે તે ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ રચનામાં ઉપલો બ્લોક સ્થાઈ છે અને નીચલો બ્લોક ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવો (મુવએબલ) છે. આકૃતિમાં જોતાં જણાશે કે વજન W પાંચ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાય છે, અને દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ જોર P જેટલું છે, તેટલા માટે

$$W = ૫ P, \; P = \frac{W}{૫}, \text{ અને}$$

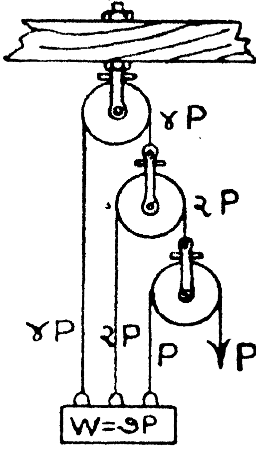
$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} : : ૫ : ૧$$

$$P\text{ની ગતિ} = ૫ \times W\text{ની ગતિ}.$$

દરેક બાબતમાં જ્યાં આગળ નીચલા બ્લોકમાં ઉપલા બ્લોક કરતાં એક શીવ ઓછી હોય છે ત્યાં દોરડું હમેશાં નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે અને દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા એકી હોય છે. જો ઉપલા અને નીચલા બ્લોકમાં શીવ્ઝની સંખ્યા સરખી હોય તો દોરડું ઉપલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે અને દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા બેકી થશે.

થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (Third System of Pulleys)—આકૃતિ ૪૩માં આ રચના બતાવી છે. એમાં જેટલી પુલીઓ (સ્થાઈ તેમજ ખસેડી શકાય એવી) હોય છે તેટલાં જુદાં દોરડાં હોય છે, અને દરેક દોરડું વજન સાથે બાંધવામાં આવે છે. **જેટલી સ્થાઈ (ફીક્સડ) અને ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ) પુલીઓની સંખ્યા હોય તેનાથી એક સંખ્યા ઓછી દોરડાંની સંખ્યા ખસેડી શકાય**

એવી (મુવએબલ) પુલીઓને ટેકવે છે, અને છેલ્લી મુવએબલ પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૪૩

પહેલાં દોરડાંને છેડે લાગુ પાડેલાં જોર P આગળથી શરૂ કરતાં પહેલાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ P છે, બીજાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ ૨ P છે, અને ત્રીજાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ ૪ P છે, અને એ પ્રમાણે આગળ દરેક બીજાં દોરડાં ઉપર આવશે, કે જે દરેક વખતે ખેંચાણ બમણું થતું જશે, અને આ ખેંચાણોનો સરવાળો વજન Wની બરાબર થશે.

$$W = P + ૨ P + ૪ P = ૭ P,$$

અને $P = \frac{W}{૭}$.

જો આ રચનામાં વપરાયલી સ્થાઈ અને ઉપર નીચે ખસી શકે એવી પુલીઓની કુલ સંખ્યા n અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે, તો જ્યારે n = ૧ હોય ત્યારે W = P થશે; જ્યારે n = ૨ હોય ત્યારે W = P + ૨ P = ૩ P થશે; જ્યારે n = ૩ હોય ત્યારે W = P + ૨ P + ૪ P = ૭ P થશે; જ્યારે n = ૪ હોય ત્યારે W = P + ૨ P + ૪ P + ૮ P = ૧૫ P થશે; અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે. આ સઘળું નીચે આપેલા નિયમ અથવા ફોરમ્યુલામાં સમાઈ જાય છે:—

$$W = (૨^n - ૧) P,\ P = \frac{W}{૨^n - ૧},$$ અથવા

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = ૨^n - ૧.$$

ઉપર આપેલી ત્રણે જાતની પુલીઓની રચનામાં મળેલા યાંત્રિક લાભોનાં પરિણામો માત્ર થીઅરી પ્રમાણે છે, પણ જ્યારે આપણે

સાધારણ પુલીઓ અથવા પુલી બ્લોક ટેકલ ઉપર વાસ્તવિક પ્રયોગ કરીએ છીએ ત્યારે વ્યવહારમાં ઘર્ષણ વિગેરેને લીધે તે પરિણામો ખરાં જણાતાં નથી.

દાખલો ૧—પુલી બ્લોકની એક જોડી વડે એક વજન ઉપાડવામાં આવે છે. દરેક બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ છે, તો દોરડાના છુટા છેડા (ફૉલ fall) ઉપર ૫૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલા પૌંડનું વજન ઉપાડી શકાશે? જો આ રચનાની એફીશીઅન્સી ·૭ હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

આ રચનામાં વજન દોરડાના ૬ વિભાગો વડે ટેકવાય છે, માટે

(૧) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$W = ૬ P$$
$$= ૬ \times ૫૦ = \underline{૩૦૦ \text{ પૌંડ}}$$

(૨) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$W = ૬ P \times \text{એફીશીઅન્સી}$$
$$= ૬ \times ૫૦ \times ·૭ = \underline{૨૧૦ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૨—એક લીફ્ટીંગ ટેકલ બે પુલી બ્લોકની બનેલી છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૧૫ પૌંડ છે. ઉપલા સ્થાઈ બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે અને નીચલો બ્લોક સીંગલ મુવએબલ પુલી (એક ઘરેડીવાળી ઉપર નીચે ખસી શકે એવી પુલી) છે. દોરડાંના વિભાગો ઉભા છે, અને દોરડાંનો ઉભો છેડો મુવએબલ બ્લોક સાથે બાંધેલો છે, તો મુવએબલ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું ૨૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંને છુટે છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે, અને વળી તે વેળાએ ઉપલા બ્લોકનાં ટેકણ બિંદુ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે? એફીશીઅન્સી $E = ·૭૫$ છે.

$$\text{કુલ વજન} = W + \text{નીચલા બ્લોકનું વજન}$$
$$= ૨૦૦ + ૧૫ = ૨૧૫ \text{ પૌંડ}$$

આ રચનામાં વજન દોરડાંના ત્રણ વિભાગો વડે ટેકવાયલો છે, માટે

$$W = 3\,P \times E, \text{ અને}$$

$$P = \frac{W}{3 \times E}$$

$$= \frac{૨૧૫}{૩ \times ·૭૫} = \underline{૯૫·૫ \text{ પૈાંડ}}$$

ટેકણુબિન્દુ ઉપરનું દબાણ $= P + W +$ બન્ને બ્લોકનાં વજન

$= ૯૫·૫ + ૨૦૦ + ૧૫ + ૧૫$

$= \underline{૩૨૫·૫ \text{ પૈાંડ}}$

દાખલો ૩—ધારો કે તમારૂં પોતાનું વજન ૧૪૦ પૈાંડ છે, અને તમો તમારી ખાંધ ઉપર ૫૬ પૈાંડનું વજન ઉપાડી એક દાદર ઉપર ૨૦ ફુટની ઉંચાઈ ચઢો છો, તો કેટલાં કામનો ખર્ચ તમોએ કર્યો હશે, અને મશીન (યંત્ર) તરીકે તમારી એફીશીઅન્સી એટલે કાર્યસાધકત્વ કેટલું હશે ?

કુલ વજન $= ૧૪૦ + ૫૬ = ૧૯૬$ પૈાંડ

ખર્ચ કરેલું કામ અથવા શક્તિ $= ૧૯૬ \times ૨૦ = \underline{૩૯૨૦ \text{ ફુટ–પૈાંડ}}$

ઉપયોગી કામ $= ૫૬ \times ૨૦ = ૧૧૨૦$ ફુટ–પૈાંડ

$$\text{એફીશીઅન્સી ટકામાં} = \frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}} \times ૧૦૦$$

$$= \frac{૧૧૨૦}{૩૯૨૦} \times ૧૦૦ = \underline{૨૮·૫૭ \text{ ટકા.}}$$

દાખલો ૪—ધારો કે લાકડાંના એક ગોળ ભારવટીઆ ઉપરથી પસાર થતું એક દોરડું તમારી પાસે છે, અને તે દોરડાંને એક છેડે તમો ૫૬ પૈાંડનું વજન લટકાવો છો અને બીજે છેડે ૮૪ પૈાંડનાં જોર વડે ખેંચો છો અને તેમ કરી તે વજનને ૧૦ ફુટ ઉંચે ઉપાડો છો, તો (૧) તમોએ કેટલું કામ અથવા શક્તિ ખર્ચ કરી હશે ? (૨) આ રચનાની કેટલા ટકા એાફીશીઅન્સી હશે ? અને (૩) વ્યર્થ ગયલું કામ કેટલા ટકા હશે ?

(૧) ખર્ચ કરેલી શક્તિ = P × S

= ૮૪ × ૧૦ = ૮૪૦ ફુટ–પૌંડ

(૨) ઉપયોગી કામ = W × H

= ૫૬ × ૧૦ = ૫૬૦ ફુટ–પૌંડ

એફીશીઅન્સી ટકામાં = $\frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}}$ × ૧૦૦

= $\frac{૫૬૦}{૮૪૦}$ × ૧૦૦ = ૬૬·૬ ટકા

(૩) વ્યર્થ ગયલું કામ = ખર્ચ કરેલું કામ – ઉપયોગી કામ

= ૮૪૦ – ૫૬૦ = ૨૮૦ ફુટ – પૌંડ

૮૪૦ : ૨૮૦ : : ૧૦૦ : ટકા

= $\frac{૨૮૦ × ૧૦૦}{૮૪૦}$ = ૩૩·૩ ટકા

દાખલો ૫—ધારો કે એક પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે ૫૬ પૌંડનું વજન લટકાવી તેને બીજે છેડે ૭૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી તે વજનને ૧૦ ફુટની ઉંચાઈએ તમો ઉપાડો છો, તો પુલી આગળનાં ઘર્ષણને દુર કરવામાં કેટલા ટકા કામ વ્યર્થ ગયું હશે?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ૭૦ × ૧૦

= ૭૦૦ ફુટ – પૌંડ

ઉપયોગી કામ = ૫૬ × ૧૦

= ૫૬૦ ફુટ – પૌંડ

વ્યર્થ ગયલું કામ = ૭૦૦ – ૫૬૦ = ૧૪૦ ફુટ – પૌંડ.

૭૦૦ : ૧૪૦ : : ૧૦૦ : વ્યર્થ ગયલું કામ ટકામાં

∴ વ્યર્થ ગયલું કામ ટકામાં = $\frac{૧૪૦ × ૧૦૦}{૭૦૦}$ = ૨૦ ટકા

દાખલો ૬—એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલો બ્લોક ત્રેબલ બ્લોક છે અને નીચલો ડબલ બ્લોક છે. ૨ હંડ્રેડવેટનું વજન નીચલા

બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું છે. જો ટેકલની એફીશીઅન્સી ·૭૫ હોય, તો આ વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે તે શોધો અને યાંત્રિક લાભ શોધો. વળી ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં યાંત્રિક લાભ શોધો.

આ બ્લોકમાં નીચલો બ્લોક અને વજન ૫ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાય છે, માટે

(૧) $W = ૫ P \times E$, અને

$$P = \frac{W}{૫ \times E} = \frac{૨ \times ૧૧૨}{૫ \times ·૭૫} = \underline{૫૯·૭૩ \text{ પૌંડ}}$$

(૨) $\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૨૪}{૫૯·૭૩} = \underline{૩·૭૫}$

અથવા

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૫ \times E}{૧} = \frac{૫ \times ·૭૫}{૧} = \underline{૩·૭૫}$$

(૩) ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૫}{૧} = \underline{૫}$$

દાખલો ૯—એક લીફ્ટીંગ ટેકલ ૯૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે વપરાયો છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? જો આ ટેકલને ઉલટાવવામાં આવે કે જેથી ૯૦૦ પૌંડનાં વજનને ત્રણ શીવ્ઝવાળા બ્લોક ઉપરથી લટકાવવામાં આવે છે, તો તે વજનને ઉપાડવા માટે દોરડાંને છુટે છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ? જો આ ટેકલની એફીશીઅન્સી ·૭૫ હોય તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં શું જવાબો આવશે?

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

પહેલી બાબતમાં, ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે, ત્યારે નીચલો બ્લોક અને વજન ૫ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાયલો હોય છે,

માટે $W = ૫ P$, અને $P = \frac{W}{૫}$

$$= \frac{૯૦૦}{૫} = \underline{૧૮૦ \text{ પૌંડ}}$$

બીજી બાબતમાં, જ્યારે ઉપલી રચનાને ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે બે શીવ્ઝવાળા બ્લોકને ઉપર બીમ સાથે બાંધવામાં આવે છે અથવા લટકાવવામાં આવે છે, અને ત્રણ શીવ્ઝવાળો બ્લોક નીચે આવે છે, માટે નીચેનો બ્લોક અને વજન આ વેળાએ ૬ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવશે, માટે

$$P = \frac{W}{૬} = \frac{૯૦૦}{૬} = \underline{૧૫૦ \text{ પૌંડ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

પહેલી બાબતમાં, $W = ૫ P \times E$, અને

$$P = \frac{W}{૫ \times E}$$

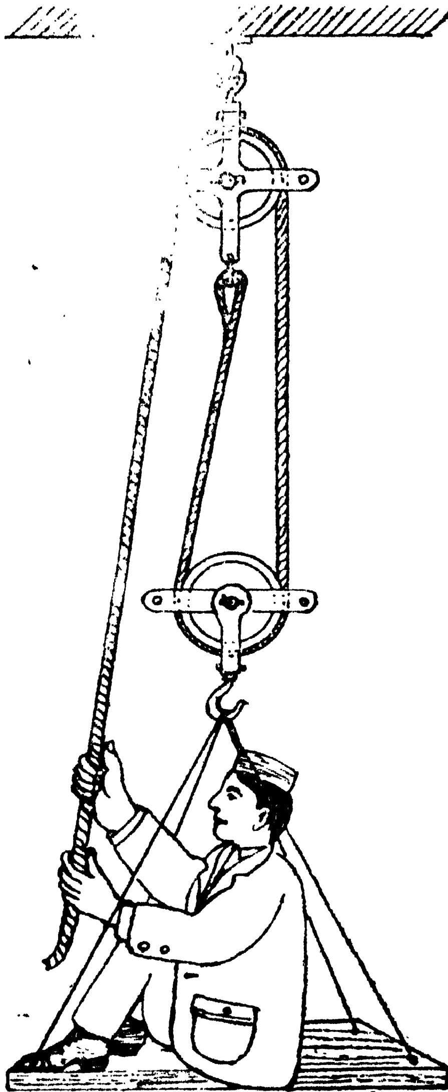
$$= \frac{૯૦૦}{૫ \times \cdot ૭૫} = \underline{૨૪૦ \text{ પૌંડ}}$$

બીજી બાબતમાં, $W = ૬ P \times E$, અને

$$P = \frac{W}{૬ \times E}$$

$$= \frac{૯૦૦}{૬ \times \cdot ૭૫} = \underline{૨૦૦ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૮—એક પુરૂષ એક તરાપા (પ્લેટ ફોર્મ) ઉપર બેસે છે જે તરાપો એક સીંગલ મુવએબલ પુલી (એક ઘરેડી વાળી ખસી શકે એવી પુલી) ઉપરથી લટકાવેલો છે, અને તે પોતાનું વજન ભારવટીઆ સાથે બાંધેલી એક સ્થાઇ પુલી



આકૃતિ ૪૪

ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંના બીજા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલાં પોતાનાં જોર વડે ટકવે છે. જો તેનું પોતાનું વજન ૧૫૦ પૌંડ હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં તેને કેટલું જોર કરવું પડશે? વળી જો આ રચનાની એફીશીઅન્સી ·૭ હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં તેને કેટલું જોર કરવું પડશે ?

આ રચના જે આકૃતિ ૪૪માં બતાવી છે તેમાં વજન ત્રણ દોરડાંના વિભાગો વડે ટકવાયલું છે. ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$W = ૩P, \text{ અને } P = \frac{W}{૩}$$

$$= \frac{૧૫૦}{૩}$$

$$= \underline{૫૦ \text{ પૌંડ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$W = ૩ \; P \times E, \text{ અને}$$

$$P = \frac{W}{૩ \times E}$$

$$= \frac{૧૫૦}{૩ \times ·૭}$$

$$= \underline{૭૧·૪ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૯—એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે, અને દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦

પૌંડ છે. જો ઉપલા બ્લોકને ટેકવનાર બિંદુ ઉપરનું દબાણ ૪૫૦ પૌંડ હોય, તો નીચલા બ્લોક ઉપર કેટલું વજન ટેકવાયું હશે ?

કુલ વજન = W + નીચલા બ્લોકનું વજન

$= W + ૨૦$

આ રચનામાં નીચલો બ્લોક અને વજન W પાંચ દોરડાં વડે ટેકવાયલાં છે, માટે

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$W + ૨૦ = ૫ P$

અને $P = \frac{W + ૨૦}{૫} = \frac{W}{૫} + \frac{૨૦}{૫} = \frac{W}{૫} + ૪$

ઉપલા બ્લોકનાં ટેકણબિંદુ ઉપરનું દબાણ $= P + W + ૨૦ + ૨૦$

$$૫૨૦ = \frac{W}{૫} + ૪ + W + ૪૦$$

$$૫૨૦ = \frac{W}{૫} + W + ૪૪$$

$$૫૨૦ = \frac{૬W}{૫} + ૪૪$$

$$૫૨૦ - ૪૪ = \frac{૬W}{૫}$$

$$૪૭૬ = \frac{૬W}{૫}$$

$$\therefore W = \frac{૪૭૬ \times ૫}{૬} = \underline{૩૯૬.૬ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૦—એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ૨૮ પૌંડનાં જોર વડે એક ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો યાંત્રિક લાભ શોધો. જો એફીશીઅન્સી .૭૫૫ હોય, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

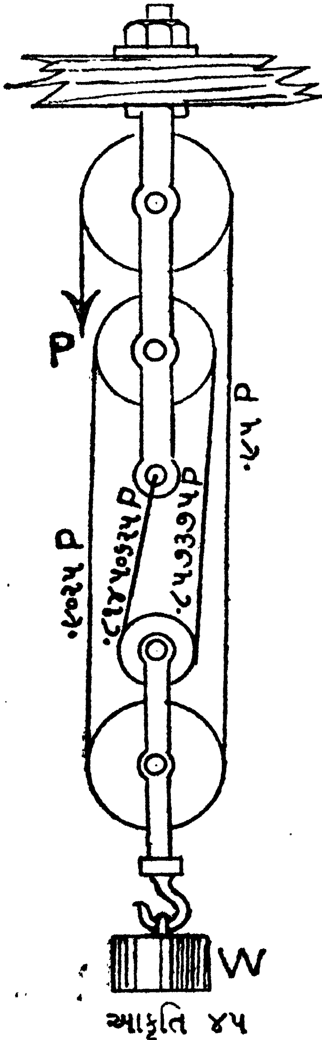
યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{૨૨૪૦}{૨૮} = \underline{૮૦}$

$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} :: W : P \times E$$

$$P\text{ની ગાત} : ૧ :: ૨૨૪૦ : ૨૮ \times \cdot૭૫૫$$

$$P\text{ની ગાત} \times ૨૮ \times \cdot૭૫૫ = ૧ \times ૨૨૪૦$$

$$\therefore P\text{ની ગતિ} = \frac{૧ \times ૨૨૪૦}{૨૮ \times \cdot૭૫૫} = ૧૦૬$$



આકૃતિ ૪૫

$$W\text{ની ગતિ} : P\text{ની ગતિ} :: ૧ : ૧૦૬$$

દાખલેા ૧૧—એક પુલી બ્લેાક ટેકલ જેમાં બે ડબલ બ્લેાક વપરાયા છે તે વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. જો ક્રમવાર (એક પછી એક) આવતી દરેક શીવ આગળ જોરના ૫ ટકા વ્યર્થ જાય તેા દેારડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર અથવા ખેંચાણ લાગુ પાડવું જોઈશે ?

આ રચના જે આકૃતિ ૪૫માં બતાવી છે તેમાં વજન દેારડાંના ૪ વિભાગેા વડે ટેકવાયલું છે.

ધારેા કે દેારડાના છુટા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલું જોર = P હેાય, તેા ઉપલા બ્લેાકની એક શીવ ઉપરથી પસાર થયા પછી દેારડાંના પહેલા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ ૫ ટકા વ્યર્થ જતાં Pના ૯૫ ટકા આવશે, એટલે, ૧૦૦ : P :: ૯૫

$$\frac{૯૫ \times P}{૧૦૦} = \cdot૯૫\ P$$

નીચલા બ્લેાકની એક શીવની નીચેથી પસાર થયા પછી દેારડાંના બીજા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ પહેલા વિભાગ ઉપરનાં ખેંચાણ ·૯૫ Pના ૯૫ ટકા આવશે, એટલે

૧૦૦ : ·૯૫ P : : ૯૫

$$\frac{\cdot૯૫\ P \times ૯૫}{૧૦૦} = \cdot૯૫\ P \times \cdot૯૫ = \cdot૯૦૨૫\ P$$

હવે, ઉપલા બ્લોકની બીજી શીવ ઉપરથી પસાર થયા પછી
ડાંના ત્રીજા વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ બીજા વિભાગ ઉપરનાં ખેંચાણ
૦૨૫ Pના ૯૫ ટકા છે, એટલે

૧૦૦ : ·૯૦૨૫ P : : ૯૫

$$\frac{\cdot૯૦૨૫\ P \times ૯૫}{૧૦૦} = \cdot૯૦૨૫\ P \times \cdot૯૫ = \cdot૮૫૭૩૭૫\ P$$

નીચલા બ્લોકની બીજી શીવની નીચેથી પસાર થયા પછી
ડાંના ચોથા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ ત્રીજા વિભાગ ઉપરનાં
ચાણ ·૮૫૭૩૭૫ Pના ૯૫ ટકા છે, એટલે,

૧૦૦ : ·૮૫૭૩૭૫ P : : ૯૫

$$\frac{\cdot૮૫૭૩૭૫\ P \times ૯૫}{૧૦૦} = \cdot૮૫૭૩૭૫\ P \times \cdot૯૫$$

$$= \cdot૮૧૪૫૦૬૨૫\ P$$

ત્યારે દોરડાંના ચારે વિભાગો ઉપર આવતાં ખેંચાણોના સરવાળાની
બર વજન W થશે.

રે વજન W = ·૯૫P + ·૯૦૨૫P + ·૮૫૭૩૭૫P + ·૮૧૪૫૦૬૨૫P

W = ૩·૫૨૪૩૮૧૨૫ P

૨૨૪૦ × ૩ = ૩·૫૨૪૩૮૧૨૫ P

$$P = \frac{૨૨૪૦ \times ૩}{૩\cdot૫૨૪૩૮૧૨૫} = \underline{૧૯૦૬\cdot૭\ \text{પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૨—એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ચાર
ને નીચલા બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ છે, અને નીચલા બ્લોક ઉપરથી
ટનનું વજન લટકાવવામાં આવ્યું છે. જો દોરડાંના એક છેડાને
ીન સાથે બાંધવામાં આવે અને બીજો છેડો છુટો રાખવામાં આવે,

તો તે વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ? વળી જો દોરડાંના છુટા છેડાને એક વાર (યાર્ડ) ખેંચવામાં આવે, તો વજન કેટલે અંતરે ઉપર ચઢશે ?

જો દોરડાંને નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે, તો ઉપલુંજ વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર અથવા ખેંચાણ લાગુ પાડવું જોઈશે ?

આ રચનામાં જો દોરડાંના એક છેડાને જમીન સાથે બાંધવામાં આવે તો નીચલો બ્લોક અને વજન દોરડાંના ૬ વિભાગો વડે ટેકવાશે, માટે

$$W = ૬P$$

$$P = \frac{W}{૬}$$

$$= \frac{૨૨૪૦ \times ૧}{૬} = \underline{૩૭૩{\cdot}૩ \text{ પૌંડ}}$$

$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} :: W : P$$

$$૩૬'' : W\text{ની ગતિ} :: ૬ : ૧$$

$$W\text{ની ગતિ} \times ૬ = ૩૬ \times ૧$$

$$\therefore W\text{ની ગતિ} = \frac{૩૬ \times ૧}{૬} = \underline{૬ \text{ ઇંચ}}$$

એજ રચનામાં જો દોરડાંના છેડાને નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે, તો નીચલો બ્લોક અને વજન દોરડાંના ૭ વિભાગો વડે ટેકવાશે, માટે

$$W = ૭\ P, \text{ અને } P = \frac{W}{૭}$$

$$= \frac{૨૨૪૦}{૭} = \underline{૩૨૦ \text{ પૌંડ}}$$

એકસરસાઇઝ ૬ઠી.

૧. સ્નેચ બ્લોકની આકૃતિ કાઢી તેની બનાવટ અને કાર્યનું વર્ણન આપો. એક સ્નેચ બ્લોક વડે એક ટનનું વજન ઉપાડતાં ક્રેનની સાંકળ ઉપર કેટલું ખેંચાણ આવશે તે શોધો.

૨. એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ત્રેબલ બ્લોકની એક જોડી વપરાઇ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૫ પૈાંડ છે, અને દોરડાંના ઉભા છેડાને ઉપલા બ્લોક સાથે બાંધેલો છે. જો ટેકલની એફીશીઅન્સી (કાર્ય-સાધકત્વ) ·૭૫ હોય, તો ૨ હંડ્રેડવેટનું વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું ખેંચાણ કરવું પડશે ? વળી ઉપલા બ્લોકને ભારવટીઆ ઉપર જે બિંદુ ઉપરથી ટેકવેલો છે તે બિંદુ ઉપરનું દબાણ શોધો.

૩. પુલી બ્લોકની એક જોડી વજન ઉપાડવા માટે વપરાઈ છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૧૫ પૈાંડ છે, તો ૧૫૦ પૈાંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? વળી આ રચના જે હુક ઉપરથી ટેકવાય છે તે ઉપરનું દબાણ શોધો. એફીશીઅન્સી ·૭ છે.

૪. તમારૂં પોતાનું વજન ૧૫૦ પૈાંડ છે, અને તમો તમારી ખાંધ ઉપર ૧૧૨ પૈાંડનું વજન ઉપાડી એક દાદર ઉપર ૧૬ ફુટની ઉંચાઈએ ચઢો છો, તો તમોએ કેટલી શક્તિનો ખર્ચ કર્યો હશે, અને મશીન (યંત્ર) તરીકે તમારી એફીશીઅન્સી કેટલી હશે ?

૫. લાકડાંના એક ગોળ ભારવટીઆ ઉપરથી એક દોરડું પસાર કરી તેને એક છેડે ૭૦ પૈાંડનું વજન લટકાવી બીજે છેડે ૯૮ પૈાંડનાં જોર વડે તે વજનને તમો ખેંચોછો, અને તેમ કરી તે વજનને ૧૨ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડો છો, તો (૧) તમોએ કેટલી શક્તિ ખર્ચ કરી હશે, (૨) આ રચનાની એફીશીઅન્સી કેટલા ટકા હશે, અને (૩) વ્યર્થ ગયલું કામ કેટલા ટકા હશે તે શોધો.

૬. ધારોકે એક પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે ૫૦ પૈાંડનું વજન લટકાવી તેના બીજે છેડે ૬૫ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડી તે વજનને ૧૦ ફુટની ઉંચાઈએ તમે ઉપાડો છો, તો પુલી આગળનાં ઘર્ષણને દુર કરવામાં કેટલા ટકા કામ વ્યર્થ ગયું હશે ?

૭. પુલી બ્લોકની એક જોડી વજન ઉપાડવા માટે વપરાઈ છે. ઉપલા બ્લોકમાં ચાર અને નીચલા બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦ પૈાંડ છે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર ૧૪૦ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો ઉપલી રચના ઉલટાવવામાં આવે કે જેથી ચાર શીવ્ઝ વાળો બ્લોક નીચે લાવી તેની ઉપરથી વજન લટકાવવામાં આવે, તો ૧૪૦ પૈાંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો આ રચનાની એફીશીઅન્સી ·૭૫૫ હોય, તો શું જવાબો આવશે ? બન્ને રચનાની આકૃતિ કાઢો.

૮. એક સાધારણ પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલો બ્લોક ત્રેબલ બ્લોક છે અને નીચલો ડબલ બ્લોક છે. આ ટેકલમાં એમ માલમ પડયું કે ૧૬૫ પૈાંડનાં વજનને ઉપાડવા માટે ૫૦ પૈાંડનું ખેંચાણ કરવું પડે છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) ટેકલની એફીશીઅન્સી શોધો, અને (૪) ટેકલની એફીશીઅન્સી ટકામાં શોધો.

૯. એક સીંગલ મુવએબલ પુલી (એક ધરેડીવાળી ખસી શકે એવી પુલી) ઉપરથી લટકાવેલા તરાપા (પ્લેટ ફોર્મ) ઉપર એક પુરૂષ ઉભો રહે છે, અને તે પોતાનું વજન ભારવટીઆ (બીમ) સાથે બાંધેલી એક સ્થાઈ પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંના બીજા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલાં પોતાનાં ૭૦ પૈાંડનાં જોર વડે ટકવે છે. જો આ રચનાની એફીશીઅન્સી (કાર્યસાધકત્વ) ·૮ હોય, તો તે પુરૂષનું વજન કેટલું હશે શોધો.

૧૦. એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦ પૈાંડ છે. જો દોરડાંના

એક છેડાને નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવાને બદલે જમીન સાથે બાંધવામાં આવે, તો દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર ૨૫૦ પૈાંડનાં જોર વડે નીચલા બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? વળી વજનને એક ફુટ ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડાને કેટલા ફુટ ખેંચવો જોઈશે ? જો દોરડાંને નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે તો ઉપલાંજ જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૧૧. એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ચાર અને નીચલા બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ છે, અને દરેક બ્લોકનું વજન ૩૦ પૈાંડ છે. ઉપલા બ્લોકને બીમ ઉપરથી જે બિંદુએથી લટકાવવામાં આવ્યો છે તે બિંદુ ઉપરનું દબાણ ૩૫૦ પૈાંડ હોય, તો નીચલા બ્લોક ઉપર કેટલું વજન ટેકવવામાં આવ્યું હશે ?

૧૨. એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ઉપલો બ્લોક ટ્રેબલ–બ્લોક છે અને નીચલો ડબલ–બ્લોક છે. જો ક્રમવાર આવતી દરેક શીવ આગળ જોરના ૧૦ ટકા વ્યર્થ જાય, તો નીચલા બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં ૨ ટનનાં વજનને ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઇશે ?

૧૩. એક લીફ્ટીંગ મશીનમાં ૨૬ પૈાંડનાં જોર વડે ૨૨૦૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. જો મશીનની એફીશીઅન્સી ·૭૫ હોય, તો યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણ શોધો. જો એજ મશીન વડે ૧૨ પૈાંડનાં ખેંચાણથી ૬૦૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે, તો નવી એફીશીઅન્સી કેટલી હશે ?

૧૪. એક લીફ્ટીંગ મશીન (વજનો ઉપાડવા માટેનાં યંત્ર)માં ૨૬·૬ પૈાંડનાં જોર વડે ૨૨૬૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તો યાંત્રિક લાભ શોધો. જો મશીનની એફીશીઅન્સી ·૭૫૫ હોય, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

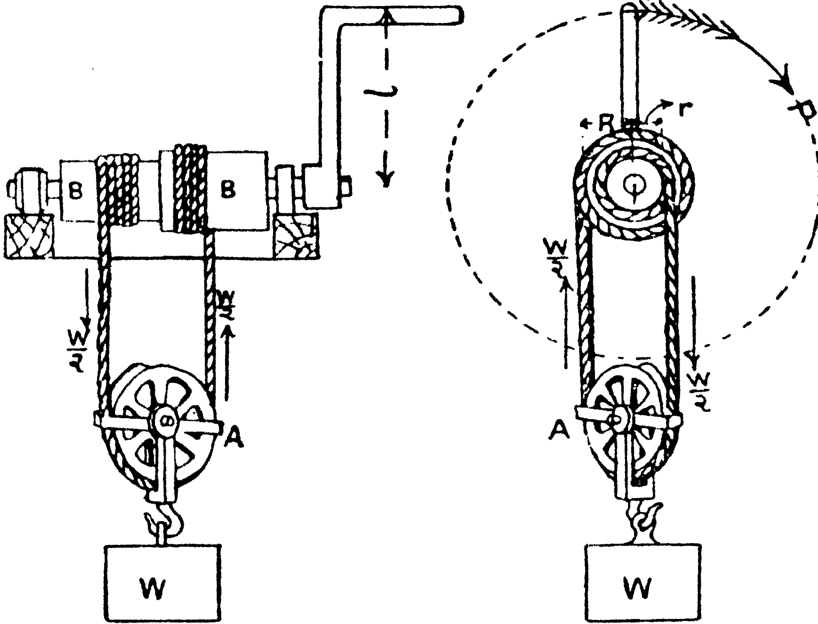
પ્રકરણ ૬ઠું

વ્હીલ્સ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલ. વેસ્ટન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક

વ્હીલ્સ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલ અથવા ચાઈનીઝ વીન્ડલેસ (Wheel and Compound Axle or Chinese Windlass)—વજનો ઉપાડવા માટેની આ ચતુરાઈભરેલી યુક્તિ અથવા યંત્ર પહેલ વહેલાં ચીનાઓ (chinese) એ યોજી હતી. સાધારણ વ્હીલ્સ અને એકસલ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ વ્યવહારિક રીતે જલદીથી પરિમિત થાય છે એમ આપણે આગળ શીખી ગયા; પણ કમ્પાઉન્ડ વ્હીલ્સ અને એકસલ્સ વાપરવાથી ઘણોજ વધારે યાંત્રિક લાભ મળે છે, પણ એમાં ગેરલાભ એ છે કે ઓછી ઉંચાઈએ વજન ઉપાડવા માટે લાંબાં દોરડાંની જરૂર પડે છે. આ યંત્રની રચના આકૃતિ ૪૬ ઉપરથી સહેલાઇથી સમજાશે.

આકૃતિ ૪૬માં જમણી તરફનો બાજુનો દેખાવ (સાઈડ એલીવેશન) અને ડાબી તરફનો છેડનો દેખાવ (એન્ડ એલીવેશન) છે. એમાં એક ખસી શકે એવી એક ઘરેડી (શીવ) વાળી પુલી (સીંગલ મુવએબલ પુલી) Aની ફરતે દોરડું અથવા સાંકળ વિંટાળી જઈ તેના બન્ને છેડાઓ એકસલ Bની સામસામેની બાજુઓ ઉપર લપેટવામાં આવે છે. એકસલ Bને એક સ્પીન્ડલ અથવા ધરી જે યોગ્ય બેરીંગો ઉપર ટેકવેલી છે તેની સાથે

સજ્જડ કરેલો છે. એકસલ Bને બે જુદા જુદા વ્યાસો છે, અને તે બન્ને ભાગ ઉપર એક બીજાથી વિરૂદ્ધ દીશામાં દોરડું લપેટાય છે. જે સ્પીન્ડલ સાથે એકસલ સજ્જડ કરેલો છે તેજ સ્પીન્ડલને છેડે એક વ્હીલ અથવા પુલી અથવા લીવર–હેન્ડલ સજ્જડ કરેલો છે. આ વ્હીલ અથવા પુલીની રીમ ઉપરથી પસાર•થતાં દોરડાંના છેડા ઉપર અથવા તો વ્હીલની રીમમાં બેસાડેલા હાથા ઉપર અથવા



આકૃતિ ૪૬

લીવર–હેન્ડલ ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. વજન Wને સીંગલ મુવએબલ પુલીના હુક સાથે બાંધવામાં આવે છે અથવા લટકાવવામાં આવે છે. વજન W ઉપાડી શકાય માટે દોરડું અથવા સાંકળ એકસલના મોટા વ્યાસ ઉપર વિંટળાવું અને નાના વ્યાસ ઉપરથી ઉકેલાવું જોઈએ; અને વજન W બે દોરડાં વડે ટેકવાય છે, માટે આપેલા વખતમાં દોરડાંની જે લંબાઈ વિંટળાય અને જે

લંબાઈ ઉકેલાય તેમના અર્ધ તફાવત જેટલું વજન W ઉપાડી શકાશે. આ રચનાને "**ડીફરેન્શીઅલ વીન્ડલેસ**" (**Differential Windlass**) પણ કહે છે.

P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ બે રીત વડે નક્કી કરી શકાય.

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરનો નિયમ વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલને લાગુ પાડી P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની રીતઃ—

આ સઘળું જે મધ્ય આસપાસ ફરે છે તે ફલક્રમ અથવા ટેકણ બિંદુ F છે. અને તે ઉપર કાર્ય કરતાં જોરો l ઈંચના લીવરેજે જોર P અને વજનને લીધે ઉત્પન્ન થતાં દરેક દોરડાં ઉપરનાં તાણો છે, જે દરેક તાણ $\frac{W}{૨}$ની બરાબર છે, કારણ કે W દોરડાંના બે વિભાગો વડે ટેકવાયલો છે. જમણા હાથ તરફનાં તાણનો લીવરેજ r ઈંચ છે, અને ડાબા હાથ તરફનાં તાણનો લીવરેજ R ઇંચ છે.

એક દિશામાં F બિંદુ આસપાસનો કુલ મોમેન્ટ $= Pl + \frac{Wr}{૨}$, અને બીજી દિશામાંનો મોમેન્ટ $= \frac{WR}{૨}$ છે. પણ આ સઘળું સમતોલપણામાં છે, માટે લીવર અથવા મોમેન્ટનો નિયમ પ્રમાણે— એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{૨} = \frac{WR}{૨}$$

$$\therefore Pl = \frac{WR}{૨} - \frac{Wr}{૨}$$

$$Pl = \frac{W}{૨}(R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W(R - r)}{૨l}$$

અને $W = \frac{P૨l}{R-r}$

$\therefore$ યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{૨\, l}{R - r}$

(૨) કાર્યના નિયમ વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલને લાગુ પાડી P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની રીતઃ—

ધારો કે, l = જે વર્તુલમાં જોર P ફરે છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

R = મોટા એક્સલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

r = નાના એક્સલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

ત્યારે, એક્સલના એક આંટામાં Pની ગતિ = $૨\pi\, l$ ઇંચ,

અને ખર્ચ કરવામાં આવતી શક્તિ = $P \times ૨\pi\, l$ ઇંચ–પૌંડ.

એક આંટામાં મોટા એક્સલ ઉપર $૨\pi R$ જેટલું દોરડું વિંટળાય છે, અને નાના એક્ષલ ઉપરથી $૨\pi\, r$ જેટલું ઉકેલાય છે; W દોરડાંના બે વિભાગો વડે ટેકવાયલો છે, માટે Wની ગતિ $= \frac{૨\pi R - ૨\pi r}{૨}$

$$= \frac{૨\pi(R - r)}{૨}$$

$$= \pi(R - r)$$

અને થયલું કામ = $W \times \pi\, (R - r)$.

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

એક્સલના એક આંટામાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨\pi\, l = W \times \pi\ (R - r$$

$$\therefore P \times ૨\, l = W \times (R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W(R - r)}{૨\, l}$$

$$\text{અને } W = \frac{P\, ૨\, l}{R - r}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨\, l}{R - r}, \text{ વળી}$$

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{૨\pi\, l}{\pi(R - r)} = \frac{૨\, l}{R - r}$$

આ ઉપરથી જોતાં જણાશે કે મળી શકતો યાંત્રિક લાભ એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસના તફાવત ઉપર આધાર રાખશે; પણ આ તફાવત ગમે એટલી હદે ઓછો કરી શકાય, તેટલા માટે થીઅરી પ્રમાણે મળી શકતા યાંત્રિક લાભને કાંઈ પણ હદ નથી; તોપણ વજન Wને જે ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં આવે છે તે ઉંચાઈ સાથે સરખાવતાં બેરલ ઉપર અતિશય લાંબું દોરડું વિંટાળવું પડતું હોવાથી વ્યવહારિક ઉપયોગ માટે આ રચના સુગમ પડતી નથી. એક્સલના એક આંટામાં Wનો ઉપાડ $= \pi\ (R - r)$ જેટલો છે. પણ દોરડું મોટા એક્સલ ઉપર વિંટાળવું પડે છે, જેનો પરિઘ ૨πR જેટલો છે, તેટલા માટે વપરાતાં દોરડાં અથવા સાંકળની લંબાઈ જેટલી ઉંચાઈએ વજન W ઉપાડવાનો હોય તેનાં કરતાં $\frac{૨\ R}{R - r}$ ગણી લાંબી રાખવી પડે છે.

દાખલા તરીકે ધારો કે એક્સલના મોટા ભાગની ત્રિજ્યા ૬ ઈંચ અને નાના ભાગની ત્રિજ્યા ૫ ઈંચ છે, ત્યારે દોરડાંની વપરાયલી લંબાઈ ૨ π R = ૨ π ૬ = ૧૨ π છે, અને તેટલાજ વખતમાં Wની ગતિ = π (૬−૫) = π છે, તેટલા માટે જેટલે અંતરેથી W ઉપાડીએ તે અંતર કરતાં ૧૨ગણું લાંબું દોરડું અથવા સાંકળ જોઈશે.

દાખલો ૧—એક કમ્પાઉન્ડ વ્હીલ અને એક્સલ જેમાં વજન એક ખસી શકે એવી એક ધરેડીવાળી પુલી (સીંગલ મુવએબલ પુલી) ઉપરથી લટકે છે તેમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૫ ઈંચ છે. જે હાથા વડે એક્સલને ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ નક્કી કરો, તથા Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. વળી યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) શોધો.

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

એક્સલની ધરીનાં મધ્યબિંદુ F આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુ તરફનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુ તરફનાં મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{૨} = \frac{WR}{૨}$$

$$\therefore\ Pl = \frac{WR}{૨} - \frac{Wr}{૨}$$

$$Pl = \frac{W}{૨}\ (R - r)$$

$$P \times ૧૫ = \frac{W}{૨}\ (૪ - ૨\cdot૫)$$

$$૧૫\, P = \frac{W \times ૧\cdot૫}{૨}$$

$$\therefore\ ૨ \times ૧૫\, P = W \times ૧\cdot૫$$

$$૩૦\ P = W \times ૧\cdot૫$$

$$\therefore\ \frac{W}{P} = \frac{૩૦}{૧\cdot૫} = \frac{૨૦}{૧}$$

$$\therefore\ P : W :: \underline{૧ : ૨૦}$$

Pની ગતિ : Wની ગતિ :: W : P

:: <u>૨૦ : ૧</u>

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૦}{૧} = \underline{૨૦}$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણે—એકસલના એક આંટામાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં થયલું કામ

$$P \times ૨\pi\ l = W \times \left(\frac{૨\ \pi\ R - ૨\ \pi r}{૨}\right)$$

$$P \times ૨\pi\ l = W \times \frac{૨\ \pi\ (R - r)}{૨}$$

$$P \times ૨\ l = W \times (R - r)$$

$$P \times ૨ \times ૧૫ = W \times (૪ - ૨\cdot૫)$$

$$૩૦\ P = W \times ૧\cdot૫$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{૩૦}{૧.૫} = \frac{૨૦}{૧}$$

$$\therefore P : W :: \underline{૧ : ૨૦}$$

$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} :: W : P$$
$$:: \underline{૨૦ : ૧}$$

$$\text{અને યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૦}{૧} = \underline{૨૦}$$

દાખલેા ૨—એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એકસલના બે ભાગેાના વ્યાસેા અનુક્રમે ૮ ઇંચ અને ૬ ઇંચ છે. હાથાની લંબાઈ ૨૪ ઇંચ છે, તેા ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૨૪૦ પૈાંડનું વજન ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

(૧) મેામેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

એકસલની ધરીનાં મધ્યબિંદુ F આસપાસનાં મેામેન્ટ લેતાં—

એક બાજુ તરફનાં કુલ મેામેન્ટ = બીજી બાજુ તરફનાં મેામેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{૨} = \frac{WR}{૨}$$

$$Pl = \frac{WR}{૨} - \frac{Wr}{૨}$$

$$Pl = \frac{W}{૨}\ (R - r)$$

$$P \times ૨૪ = \frac{૨૪૦}{૨}\ (૪ - ૩)$$

$$\therefore ૨૪\ P = ૧૨૦ \times ૧$$

$$\therefore P = \frac{૧૨૦ \times ૧}{૨૪} = \underline{૫\ \text{પૈાંડ}}$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણે—

એકસલના એક આંટામાં ખર્ચ થયલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં ઉપયેાગી કામ.

$$P \times २ \pi l = W \times \left(\frac{२ \pi R - २ \pi r}{२} \right)$$

$$P \times २ \pi l = W \times \frac{२ \pi (R - r)}{२}$$

$$P \times २ l = W (R - r)$$

$$P \times २ \times २४ = २४० \; (४ - ३)$$

$$४८ \; P = २४०$$

$$\therefore \; P = \frac{२४०}{४८} = \underline{५ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૩—એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૫ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. ક્રેંક–હેન્ડલનો લીવરેજ ૧૬ ઇંચ છે, તો હેન્ડલને છેડે ૧૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણેઃ—

એક્સલની આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુનાં મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{२} = \frac{WR}{२}$$

$$Pl = \frac{WR}{२} - \frac{Wr}{२}$$

$$Pl = \frac{W}{२} (R - r)$$

$$१२ \times १६ = \frac{W}{२} (२\tfrac{१}{२} - २)$$

$$१९२ = \frac{W}{२} \times \frac{१}{२} = \frac{W}{४}$$

$$\therefore \; W = १९२ \times ४ = \underline{७६८ \text{ પૌંડ}}$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણેઃ—

એકસલના એક આંટામાં ખર્ચ થયલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં ઉપયેાગી કામ

$$P \times ૨ \pi l = W \times \frac{૨ \pi R - ૨ \pi r}{૨}$$

$$P \times ૨ \pi l = W \times \frac{૨ \pi (R - r)}{૨}$$

$$P \times \quad l = W (R - r)$$

$$૧૨ \times ૨ \times ૧૬ = W \ (૨\tfrac{૧}{૨} - ૨)$$

$$૧૨ \times ૨ \times ૧૬ = W \times \tfrac{૧}{૨}$$

$$\therefore \ W = ૧૨ \times ૨ \times ૧૬ \times ૨ = \underline{૭૬૮ \text{ પૈાંડ}}$$

દાખલેા ૪—એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં એકસલના મેાટા ભાગનેા વ્યાસ ૭ ઈંચ અને નાના ભાગની ત્રિજ્યા ૩ ઈંચ છે, તેા Wને એક ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં સાંકળ કેટલી લાંબી વાપરવી પડશે?

$$\text{એકસલના એક આંટામાં Wનેા ઉપાડ} = \frac{૨ \pi R - ૨ \pi r}{૨}$$

$$= \frac{૨ \pi (R - r)}{૨}$$

$$= \pi (R - r)$$

$$= \pi (૩\tfrac{૧}{૨} - ૩)$$

$$= \frac{\pi}{૨} \text{ ઈંચ}$$

અને તેટલાજ વખતમાં સાંકળની વપરાયલી લંબાઈ $= ૨ \pi R = ૨ \pi \times \frac{૭}{૨}$

$$= ૭ \pi \text{ ઇંચ}$$

Wનેા ઉપાડ		Wનેા ઉપાડ		સાંકળની લંબાઇ
$\frac{\pi''}{૨}$	:	૧૨″	: :	૭π″

$$\therefore \text{ સાંકળની વપરાયલી લંબાઈ} = \frac{૧૨ \times ૭ \times \pi \times ૨}{\pi}$$

$$= ૧૬૮ \text{ ઈંચ} = \underline{૧૪ \text{ ફુટ}}$$

અથવા

$$\text{સાંકળની વપરાયલી લંબાઈ} = W\text{નો ઉપાડ} \times \frac{૨R}{R - r}$$

$$= ૧૨'' \times \frac{૨ \times ૩\cdot૫}{૩\cdot૫ - ૩}$$

$$= ૧૨ \times \frac{૨ \times ૩\cdot૫}{\cdot૫}$$

$$= ૧૬૮ \text{ ઈંચ} = \underline{૧૪ \text{ ફુટ}}$$

દાખલો ૫—એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં હાથાની લંબાઇ ૨$\frac{૧}{૨}$ ફુટ, અને મોટા એકસલનો વ્યાસ ૬$\frac{૧}{૨}$ ઈંચ છે. જો Pની ગતિ Wની ગતિ કરતાં ૮૦ ગણી વધારે હોય, તો એકસલના નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

$$P : W :: W\text{ની ગતિ} : P\text{ની ગતિ}$$

$$P : W :: ૧ : ૮૦$$

$$P \times ૨ \pi l = W \times \pi (R - r)$$

$$૧ \times ૨ \times ૩૦ = ૮૦ \times (R - r)$$

$$\therefore R - r = \frac{૧ \times ૨ \times ૩૦}{૮૦} = \frac{૩}{૪}$$

$$\therefore D - d = \frac{૩}{૪} \times ૨$$

$$૬\tfrac{૧}{૨} - d = \frac{૩}{૨}$$

$$\therefore d = ૬\tfrac{૧}{૨} - ૧\tfrac{૧}{૨} = \underline{૫ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૬—એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં ૨૦ ઈંચનાં લીવરેજે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ૫૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો એકસલના બે ભાગોના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હશે ?

$$P \times ૨ \pi l = W \times \pi (R - r)$$

$$૨૫ \times ૨ \times ૨૦ = ૫૦૦ (R - r)$$

$$\therefore R - r = \frac{૨૫ \times ૨ \times ૨૦}{૫૦૦} = ૨ \text{ ઈંચ}$$

$$\therefore D - d = ૨'' \times ૨ = \underline{૪ \text{ ઇંચ}}$$

દાખલેા ૭—એક ડીફરેન્શીઅલ વીન્ડલેસનેા યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) ૫૦ : ૧ છે. એક્સલના બે ભાગેાના વ્યાસેા અનુક્રમે ૮ ઈંચ અને ૬ ઈંચ છે, તેા P અને Wને સમતેાલ કરવા માટે હાથાની લંબાઈ કેટલી જોઈશે ?

$$\frac{W}{P} = \frac{૫૦}{૧}$$

$$P \times ૨\pi\, l = W \times \pi\, (R - r)$$

$$૧ \times ૨ \times l = ૫૦ \times (૪ - ૩)$$

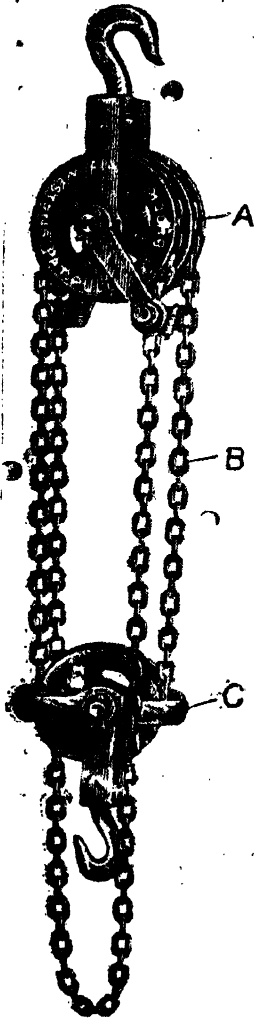
$$૨\, l = ૫૦ \times ૧$$

$$\therefore l = \frac{૫૦ \times ૧}{૨} = ૨૫ \text{ ઈંચ}$$

વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લેાક (Weston's Differential Pulley Block)—વજનેા ઉપાડવા માટેની ચાઇનીઝ વીન્ડલેસની આ સુધારેલી વ્યવ્હારિક રચના છે, જે વ્હીલ અથવા ક્રેંક–હેન્ડલ વિનાનેા માત્ર કમ્પાઉન્ડ એક્સલ છે.

આ રચના જે આકૃતિ ૪૭માં બતાવી છે તે એક ઉપલેા બ્લેાક A, છેડા વિનાની (અનંત) સાંકળ B, અને એક ખસી શકે એવી એક ધરેડીવાળી પુલી અથવા સ્નેચ બ્લેાક Cની બનલી છે. ઉપલા બ્લેાક Aને મથાળે આમતેમ ફરી શકે એવા સાંધા (સ્વીવલ જોઈન્ટ swivel joint) સાથનેા એક હુક આપેલેા છે, જે ઉપરથી એક લેાખંડની ફ્રેમ લટકાવેલી છે. આ ફ્રેમનાં મધ્યમાં એક ટર્ન કરેલી પેાલાદની ધરી આપેલી છે જે ઉપર એકજ ટુકડે એાતેલી પુલીએાની એક જોડી જેને કમ્પાઉન્ડ પુલી કહે છે તે ફરે છે. આ કમ્પાઉન્ડ પુલીમાંની એક પુલી બીજી પુલી કરતાં સહેજ મેાટી હેાય છે. બન્ને

પુલીની વી (V) આકારની રીમના ગાળામાં સાંકળના અંકોડા (link) બેસી શકે એવા ગાળાઓ ઓતેલા (કાસ્ટ કરેલા) હોય છે, જેથી તે સાંકળ પુલીઓની રીમની સપાટી ઉપરથી સરી જઈ શકે નહીં, તેમજ સાંકળને સહેજ પણ ગતિ મળતાં પુલી ફરવા માંડે છે. નીચલી સીંગલ મુવએબલ પુલી C આગલાં પ્રકરણમાં સમજાવી ગયલા સ્નેચ બ્લોકને મળતી છે, અને તેની ઉપરથી વજનને લટકાવવામાં આવે છે. અનંત (છેડા વિનાની) સાંકળ B એક સરખા કદના અંકોડાવાળી અને એકજ સરખા પીચવાળી છે. તે સાંકળ જે સ્થાનેથી તે ઉપર ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યાંથી ઉપલી કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોકના મોટા વ્યાસની પુલી ઉપરથી પસાર થઈ ત્યાંથી નીચલી સીંગલ મુવએબલ પુલી Cની નીચેથી થઈ ઉપલા પુલી બ્લોકની નાના વ્યાસની પુલી ઉપરથી પસાર થઈ પાછી શરૂ કરેલાં સ્થાને એટલે જે સ્થાને ખેંચાણ અથવા જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે સ્થાને આવે છે. ટુંકમાં ઉપલા કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોક Aની બે પુલીઓ ઉપરથી સાંકળ પસાર થતાં બે સાંકળના ગાળા (લુપ loop) બને છે, જેમાંના એક ગાળા અથવા લુપમાં સાંગલ મુવએબલ પુલી લટકે છે, જ્યારે બીજો ગાળો અથવા લુપ ઢીલો લટકે છે. આ સાંકળના ઢીલા લટકતા ગાળા અથવા લુપની જે બાજુ કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોક Aના મોટા વ્યાસની પુલી ઉપરથી લટકતી રહે છે તે બાજુ ઉપર ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૪૭

જ્યારે સાંકળના આ ભાગ આગળ ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે, અને જો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેવામાં આવે, ત્યારે તે કશાપણ ઘટાડા વિના સાંકળની આખી લંબાઈએ કાર્ય કરશે. એમાં વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલના જેવોજ નિયમ છે. વજન W સાંકળના બે વિભાગો વડે ટેકવાયલો છે, માટે Wને લીધે આવતું જોર સાંકળના તે બે ઉભા વિભાગો વચ્ચે એક સરખી રીતે વહેંચાઇ જાય છે, એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સાંકળના દરેક ઉભા ભાગ ઉપર આવતું જોર $= \frac{W}{૨}$ છે; અને જો વજન Wને કોઇ પણ અંતરે ઉપાડવામાં આવે તો જોર $\frac{W}{૨}$ એ તેનાંથી બમણાં અંતરે કાર્ય કરવું જોઈએ.

વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકને લાગુ પાડવામાં આવતો લીવર અથવા મોમેન્ટનો નિયમ (જુઓ આકૃતિ ૪૮)—

વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલના હાથાની લંબાઈ l ની જગ્યા આ રચનામાં કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોકની મોટી પુલીની ત્રિજ્યા R લે છે. માટે એમાં Pનો લીવરેજ બરાબર મોટી પુલીની ત્રિજ્યા R ઇંચ છે.

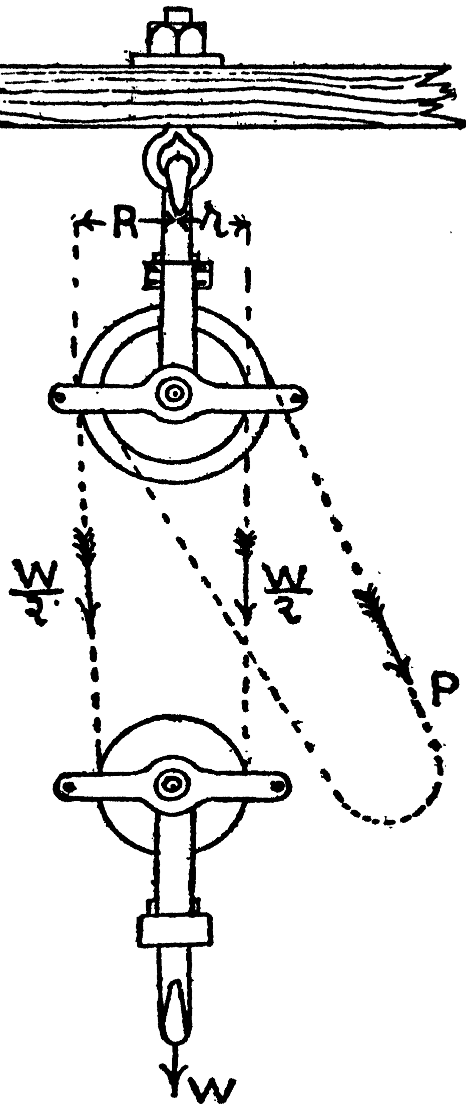
નીચલા બ્લોકને ટેકવનાર સાંકળના દરેક વિભાગ ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ $\frac{W}{૨}$ છે, અને મધ્યબિંદુ F આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ=બીજી બાજુનાં મોમેન્ટ

$$(P \times R) + \left(\frac{W}{૨} \times r\right) = \frac{W}{૨} \times R$$

$$\therefore P \times R = \frac{WR}{૨} - \frac{Wr}{૨}$$

$$P\,R = \frac{W}{૨}(R - r)$$



આકૃતિ ૪૮

$$\therefore \text{૨ } P \; R = W\,(R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W(R - r)}{\text{૨}R}$$

$$\text{અને } W = \frac{\text{૨}P\,R}{R - r}$$

$$\text{અને, યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{\text{૨ } R}{R-r}$$

વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લેાકને લાગુ પાડવામાં આવતેા કામનેા નિયમ—

ધારેાકે, કમ્પાઉન્ડ પુલી A એક આંટેા ફરે ત્યારે Pની ગતિ $= \text{૨ } \pi R$, અને તેટલાજ વખતમાં Wની ગતિ $= \dfrac{\text{૨ } \pi R - \text{૨ } \pi r}{\text{૨}}$

$= \dfrac{\text{૨ } \pi (R - r)}{\text{૨}} = \pi\,(R - r)$ છે, અને

થયલું કામ $= W \times \pi\,(R - r)$,

તેટલા માટે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થયલું કામ

$$P \times \text{૨ } \pi R = W \times \pi\,(R - r)$$

$$\text{૨ } P\,R = W\,(R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W\,(R - r)}{\text{૨ } R},$$

$$\text{અને } W = \frac{\text{૨ } PR}{R - r}$$

$$\text{વળી ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{૨ } \pi R}{\pi\,(R-r)} = \frac{\text{૨ } R}{R - r}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{\text{૨ } R}{R - r}$$

વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ ઍક્સલને જે બાધ નડતેા હતેા તે હવે વધુ વાર રહેતેા નથી, કારણ કે અનંત સાંકળ વપરાયલી છે, અને

જે ઉંચાઈ એથી W ઉપાડવો હોય તેને અનુકુળ થાય એટલો લાંબો ઢીલો લુપ બનાવી શકાય.

વ્યવહારિક યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) અને કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) પ્રયોગથી મેળવી શકાય છે, અને તેનાં પરિણામો થીઅરી પ્રમાણે જે પરિણામો મેળવ્યાં છે તેનાં કરતાં ઘણાં ઓછાં છે. આ પ્રમાણે વેસ્તન્સ ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી બ્લોકની એફીશીઅન્સી ઘણી ઓછી હોવાથી વજન ઉપાડવાની ક્રિયા દરમ્યાન જો હાથ વડે પકડેલી સાંકળને છોડી દેવામાં આવે, એટલે ખેંચાણ અથવા જોર P ઉંચકી લેવામાં આવે તો પણ વજન નીચે ઉતરી પડતું નથી પણ જે સ્થાને લટકેલું હશે તેજ સ્થાને લટકેલું રહે છે. આ મશીનમાં વજન નીચે નહિ ઉતરી પડવાનાં કારણ એ છે કે—(૧) ઉપલા બ્લોકની પુલીઓ ઉપરથી સાંકળ સરી જતી નથી, કારણ કે સાંકળના અંકોડા પુલીઓના પરિઘના ગાળામાં આપેલા ખાંચામાં બેસે છે, અને (૨) ઉપલા બ્લોકની પુલીઓ અને તેમની ધરી વચ્ચે એટલું બધું ઘર્ષણ હોય છે કે ખર્ચ કરેલી શક્તિના ૫૦ ટકાથી વધુ તે ઘર્ષણ દુર કરવામાં ખર્ચ થાય છે.

દાખલો ૮—એક વેસ્તન ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ ૬ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે. (દરેક બાબતમાં આ વ્યાસો સાંકળનાં મધ્યથી મધ્ય સુધી લેવામાં આવે છે.) જો આ મશીનની એફીશીઅન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો $\frac{૧}{૨}$ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ × એફીશીઅન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨ \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$P \times ૨ \times ૩ \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = \frac{૧}{૨} \times ૨૨૪૦ \; (૩ - ૨\tfrac{૧}{૨})$$

$$P \times ૬ \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = ૧૧૨૦ \times \frac{૧}{૨}$$

$$\therefore P = \frac{૧૧૨૦ \times ૧ \times ૧૦૦}{૨ \times ૬ \times ૪૦} = \frac{૭૦૦}{૩} = \underline{૨૩૩{\cdot}૩ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૯—એક વેસ્તન બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૪½ ઈંચ અને ૪ ઇંચ છે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૨૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો બ્લોકની એફીશીઅન્સી ૩૫ ટકા હોય, તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાય ?

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન —

$$P \times ૨ \pi R = W \times \pi \ (R - r)$$

$$૨૦ \times ૨ \times ૨{\cdot}૨૫ = W \ (૨{\cdot}૨૫ - ૨)$$

$$\therefore W = \frac{૨૦ \times ૨ \times ૨{\cdot}૨૫}{{\cdot}૨૫} = \underline{૩૬૦ \text{ પૈંડ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times ૨ \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$૨૦ \times ૨ \times ૨{\cdot}૨૫ \times \frac{૩૫}{૧૦૦} = W (૨{\cdot}૨૫ - ૨)$$

$$\therefore W = \frac{૨૦ \times ૨ \times ૨{\cdot}૨૫ \times ૩૫}{૧૦૦ \times {\cdot}૨૫} = \underline{૧૨૬ \text{ પૈાંડ}}$$

દાખલો ૧૦—એક વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં ૧૫ પૈાંડનાં જોર વડે ૬૦ પાંડનું વજન ઉપાડી શકાય છે એમ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડયું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૨ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૧૰૭૫ ઈંચ છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) આ મશીનની એફી-શીઅન્સી અથવા મોડયુલસ શોધો, અને (૪) એફીશીઅન્સી ટકામાં શોધો.

(૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{૨ \ R}{R - r}$

$$= \frac{૨ \times ૧}{૧ - {\cdot}૮૭૫}$$

$$= \frac{૨}{{\cdot}૧૨૫} = \underline{\frac{૧૬}{૧}}$$

(૨) વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ $= \frac{W}{P} = \frac{૬૦}{૧૫} = \underline{\frac{૪}{૧}}$

(૩) એફીશીઅન્સી $= \frac{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}}{\text{ઉપયોગી કામ}} = \frac{૧૫}{૬૦} = \frac{૧}{૪} = \underline{\cdot૨૫}$

(૪) એફીશીઅન્સી ટકામાં $= \cdot૨૫ \times ૧૦૦ = \underline{૨૫ \text{ ટકા}}$

દાખલો ૧૧—એક વેસ્તન બ્લોકમાં પુલીના વ્યાસો ૮ ઈંચ અને ૬$\frac{૩}{૪}$ ઈંચ છે, તો પુલી બ્લોકના ૧૨ આંટામાં વજન કેટલી ઉંચાઈએ ઉંચકાશે?

એક આંટામાં વજનનો ઉપાડ $= \pi\,(R - r)$

$= \pi\,(૪ - ૩\frac{૩}{૪})$

$= \frac{૩\pi}{૪}$ ઇંચ

આંટા આંટા ઇંચ

$૧ : ૧૨ :: \frac{૩\pi}{૪}$

$\therefore$ Wનો ઉપાડ $= \frac{૩ \times ૩\cdot૧૪૧૬ \times ૧૨}{૪}$

$= ૨૮\cdot૨૭૪૪$ ઇંચ $= \underline{૨\cdot૩૫૬૨ \text{ ફુટ}}$

દાખલો ૧૨—એક વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં વજનને દર મીનીટે ૪ ફુટની ઝડપે ઉપાડવાનું છે, અને કમ્પાઉન્ડ શીવની પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૬ ઇંચ અને ૫ ઇંચ છે, તો તે સાંકળને દર મીનીટે કેટલી ઝડપે ખેંચવી પડશે?

એક આંટામાં વજનનો ઉપ $= \pi\,(R - r)$

$= \pi\,(૩ - ૨\frac{૧}{૨})$

$= \frac{\pi}{૨}$ ઇંચ

Wનો ઉપાડ Wનો ઉપાડ આંટા

$\frac{\pi''}{૨} : ૪૮'' :: ૧$

કમ્પાઉન્ડ શાવને દરમીનીટે ફરવા જોઈતા આંટાની સંખ્યા $= \frac{૪૮ \times ૨}{\pi}$

$= \frac{૯૬}{\pi}$ આંટા દર મીનીટે

એક આંટામાં જે અંતર સુધી સાંકળ ખેંચાય તે અંતર $= ૨ \pi R$

$= ૨ \pi \times ૩$

$= ૬ \pi$ ઇંચ

આંટો		આંટા		ફુટની સાંકળની ઝડપ
૧	:	$\frac{૯૬}{\pi}$	: :	$\frac{૬ \pi}{૧૨}$

દર મીનીટે સાંકળની ઝડપ $= \frac{૬ \pi}{૧૨} \times \frac{૯૬}{\pi}$

$=$ ૪૮ ફુટ દર મીનીટે.

દાખલો ૧૩—એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૭$\frac{૧}{૨}$ ઇંચ છે. જો સાંકળને દર મીનીટે ૮૦ ફુટની ઝડપે ખેંચવામાં આવે, તો દર મીનીટે વજન કેટલી ઝડપે ઉંચકાશે ?

એક આંટામાં વજનનો ઉપાડ $= \pi \ (R - r)$

$= \pi \ (૪ - ૩\frac{૩}{૪})$

$= \frac{\pi}{૪}$ ઇંચ

એક આંટામાં સાંકળની ઝડપ $= ૨ \pi R$

$= ૨ \times \pi \times ૪$

$= ૮ \pi$ ઇંચ

$= \frac{૮ \pi}{૧૨}$ ફુટ

ફુટ		ફુટ		આંટો
$\frac{૮ \pi}{૧૨}$	:	૮૦	: :	૧

દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા $= \frac{૮૦ \times ૧૨}{૮ \times \pi} = \frac{૧૨૦}{\pi}$ આંટા

આંટો		આંટા		વજનનો ઉપાડ
૧	:	$\frac{૧૨૦}{\pi}$	: :	$\frac{\pi''}{૪}$

દર મીનીટે વજનનો ઉપાડ $= \frac{\pi}{૪} \times \frac{૧૨૦}{\pi}$

$= ૩૦$ ઇંચ $=$ <u>૨·૫ ફુટ</u>

દાખલો ૧૪—એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં ૩૦ પૈાંડનાં જોર વડે ૧૬૮ પૈાંડનું વજન ઉપાડવાનું છે. કમ્પાઉન્ડ પુલીના નાના ભાગનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. જો આ ટેકલની એફીશીઅન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો મોટા ભાગનો વ્યાસ કેટલો રાખવો જોઈશે ?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ × એફીશીઅન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨ \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$૩૦ \times ૨ \times R \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = ૧૬૮ (R - ૩)$$

$$૬૦ \times R \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = ૧૬૮ R - ૫૦૪$$

$$૨૪ R = ૧૬૮ R - ૫૦૪$$

$$૫૦૪ = ૧૬૮ R - ૨૪ R$$

$$૫૦૪ = ૧૪૪ R$$

$$\therefore R = \frac{૫૦૪}{૧૪૪} = \frac{૭}{૨}$$

$$= ૩\frac{૧}{૨} \text{ ઇંચ}$$

$$\therefore \text{વ્યાસ} = ૩\frac{૧}{૨} \times ૨ = \underline{૭ \text{ ઇંચ}}$$

એક્સર્સાઇઝ ૭મી.

૧. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં એકસલના બે ભાગોના વ્યાસો અનુક્રમે ૫ ઇંચ અને ૬ ઇંચ છે. વજન Wને એક સાંગલ મુવએબલ પુલી ઉપરથી લટકાવવામાં આવે છે, અને તે વજનને ૧૫ ઇંચ લાંબા લીવર–હેન્ડલને છેડે લાગુ પાડેલાં જોર P વડે ટેકવવામાં આવે છે, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૨. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૧ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને વ્હીલનો વ્યાસ ૫ ફૂટ છે. જો વ્હીલની રીમ નજદીક બેસાડેલા હાથા ઉપર ૨૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૩. એક ચાઇનીઝ વીન્ડલેસમાં એકસલના બે ભાગોના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ છે, તો સીંગલ મુવએબલ પુલી ઉપરથી લટકાવેલાં ૪૮ પૌંડનાં વજનને ઉપાડવા માટે ૪ ફુટ લાંબા લીવર–હેન્ડલને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઇશે ?

૪. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં લીવર–હેન્ડલની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ છે, અને તે ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૦ પૌંડનાં જોર વડે ૪૮૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. જો એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૩ ઇંચ હોય, તો નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક ચાઇનીઝ વીન્ડલેસમાં એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૬ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે, તો હાથાની ગતિ અને ઉપાડેલાં વજનની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૬. એક ડીફ્રેન્શીઅલ વીન્ડલેસમાં એકસલના બે ભાગોના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હોવો જોઈએ કે જેથી Pની ગતિ Wની ગતિથી ૧૦૦ ગણી મળે. હાથાની લંબાઇ ૨$\frac{1}{2}$ ફુટ છે.

૭. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં યાંત્રિક લાભ ૪૦ : ૧ છે. એકસલના બે ભાગોના વ્યાસ અનુક્રમે ૯ અને ૭ ઈંચ છે, તો હાથાની લંબાઈ કેટલી જોઈએ કે જેથી P અને W સમતોલ થાય.

૮. એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, તો વજનને ૧૦ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવા માટે દોરડું કેટલું લાંબું વાપરવું પડશે ?

૯. એક વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૭ ઇંચ અને ૬$\frac{3}{4}$ ઇંચ છે. જો એફીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો ૧૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૧૦. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો ૬ ઇંચ અને ૫ ઇંચ છે. જો એફીશીઅન્સી $\frac{1}{3}$ હોય, તો ૨૫૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલા પૌંડનું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૧૧. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં ૨૦ પૌંડનાં જોર વડે ૧૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડી શકાય છે એમ પ્રયોગથી માલમ પડયું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૩$\frac{3}{4}$ ઈંચ છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) આ મશીનની એફીશીઅન્સી અથવા મોડયુલસ શોધો, અને (૪) એફીશીઅન્સી ટકામાં શોધો.

૧૨. એક વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક વડે એક વજનને દર મીનીટે ૫ ફુટની ઝડપે ઉપાડવાનું છે. નાની પુલીનો વ્યાસ ૭ ઇંચ અને મોટી પુલીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે, તો સાંકળને દર મીનીટે કેટલી ઝડપે ખેંચવી પડશે ?

૧૩. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં બે પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ અને ૭$\frac{3}{4}$ ઇંચ છે, અને એમ માલમ પડયું છે કે ૨૪૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે ૨૫ પૌંડનું જોર પુરતું છે, તો આ ટેકલની એફીશીઅન્સી શોધો.

૧૪. એક વેસ્તન બ્લોકમાં પુલીના વ્યાસ અનુક્રમે ૬ અને ૫ ૧/૨ ઇંચ છે, તો કમ્પાઉન્ડ શીવને ૧૦ આંટા ફેરવવાથી વજન કેટલી ઉંચાઈએ ઉંચકાશે ?

૧૫. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં બે પુલીના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઈંચ અને ૯ ઈંચ છે, તો ૨૦૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ ? આ લોડ માટેની એફીશીઅન્સી ૬૫ ટકા છે.

૧૬. વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકની આકૃતિ કાઢો. જો આ બ્લોકમાં નાની પુલીનો વ્યાસ મોટી પુલીના ૧૧/૧૨ હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૩૦૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? વળી જો એફીશીઅન્સી ૩૫ ટકા હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં ઉપલુંજ વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ?

૧૭. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકની આકૃતિ કાઢી તેનું વર્ણન કરો, અને આ ટેકલમાં "મોમેન્ટના નિયમ" વડે અને "કામના નિયમ" વડે યાંત્રિક લાભ શોધવાની રીતો સમજાવો. જે વજનને આ વેસ્તન પુલી બ્લોક વડે ઉપાડવામાં આવ્યું હોય તે વજનને લટકતું રહેવા દઈ જો ખેંચાણ અથવા જોર સાંકળ ઉપરથી ખસેડી લેવામાં આવે તો શા કારણે તે વજન નીચે ઉતરી પડતું નથી તે સ્પષ્ટ સમજાવો.

૧૮. એક વેસ્તન પુલી બ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ નાની પુલીના વ્યાસના ૧ ૧/૪ ગણો છે. જો સાંકળને દર મીનીટે ૬૦ ફુટની ઝડપે ખેંચવામાં આવે, તો દર મીનીટે વજન કેટલી ઝડપે ઉંચકાશે ?

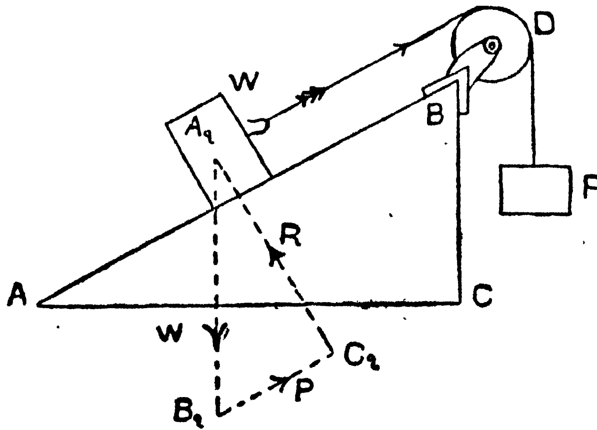
૧૯. એક વેસ્તન બ્લોકને ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે ૧૨૫ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે વાપરવાનો છે. કમ્પાઉન્ડ શીવના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે. જો ટેકલની એફીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો રાખવો જોઈશે ?

પ્રકરણ ૭મું

ઢાળવાળી સપાટી; સ્ક્રુ અને સ્ક્રુ ગીઅરીંગ; વર્મ અને વર્મ વ્હીલ.

ઢાળવાળી સપાટી (ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન Inclined Plane)—એ એક સપાટી છે જે આડી સપાટીને ઢળતી હોય છે, અને તેની મદદ વડે આપેલાં જોર વડે ઘણાં ભારે વજનને તે સપાટીની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકાય છે.

ધારોકે આકૃતિ ૪૯માં AB આડી સપાટીથી કોઈપણ ખુણે ઢળતી સપાટી છે, ત્યારે ABને ઢાળવાળી સપાટીની લંબાઈ અથવા કર્ણ (hypotenuse) કહેવામાં આવે છે અને તેને l અક્ષર વડે



આકૃતિ ૪૯

ઓળખીશું, BCને ઉંચાઈ અથવા લંબ (perpendicular) કહેવામાં આવે છે જેને h અક્ષર વડે ઓળખીશું, અને ACને તળીયું અથવા પાયો કહેવામાં આવે છે જેને b અક્ષર વડે ઓળખીશું.

(૧) જ્યારે જોર ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાર્ય કરે—

ગાઈડ પુલી Dની મદદ વડે ઢળતી સપાટીની લંબાઈને સમાંતર જોર P કાર્ય કરે છે, ત્યારે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં Aથી B સુધી વજન Wને ખસેડતાં—

Pનું કામ = Wનું કામ

$$P \times AB = W \times BC$$

$$\therefore P \times l = W \times h$$

અને $\frac{W}{P} = \frac{l}{h}$

P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની બીજી રીત આગળ શીખી ગયા મુજબ ત્રાયએંગલ ઓફ ફોર્સીસની રીત છે.

આકૃતિ ૪૯માં પદાર્થ અથવા વજન Wને ત્રણ જોરો વડે સમતોલપણામાં રાખેલો છે, જે જોરો નીચે પ્રમાણે છેઃ—(૧) દોરી ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ; (૨) પદાર્થનાં વજનને લીધે સપાટી ઉપરનું પ્રતિકાર્ય; અને (૩) પદાથનું વજન W જે ઉભી લીટીમાં કાર્ય કરે છે.

જોરોની આકૃતિ (diagram) દોરવા માટે વજન Wને કોઈપણ સ્કેલે ઉભી લીટી $A_1 B_1$ ઉપર મુકી માપવામાં આવે છે, અને B_1 ઉપરથી એક લીટી જોરની દિશાને સમાંતર દોરવામાં આવે છે, જે લીટી A બિંદુએથી ઢળતી સપાટીને કાટખુણે દોરાયલી લીટી સાથે C_1 બિંદુમાં મળે છે. આ ત્રિકોણની બાજુઓ W ઉપર કાર્ય કરતાં જોરોનાં પ્રમાણમાં થશે.

$$\therefore P : W :: B_1 C_1 : A_1 B_1,$$

પણ ત્રિકોણો ABC અને $A_1 B_1 C_1$ સરખા છે,

તેથી $B_1 C_1 : A_1 B_1 :: BC : AB$

$\therefore P : W :: BC : AB$

$\therefore P \times AB = W \times BC$

અથવા $P \times$ લંબાઇ $= W \times$ ઉંચાઇ

$P \times l = W \times h.$

તેજ પ્રમાણે $R : W :: AC : AB$

$\therefore R \times AB = W \times AC$

અથવા $R \times$ લંબાઇ $= W \times$ પાયેા

$R \times l = W \times b.$

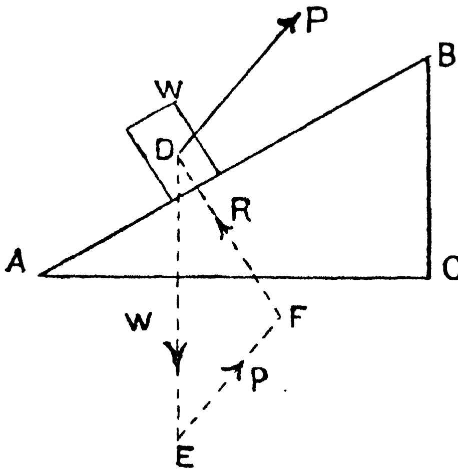
અને તેજ પ્રમાણે $P : R :: BC : AC$

$\therefore P \times AC = R \times BC$

અથવા $P \times$ પાયેા $= R \times$ ઉંચાઈ

$P \times b = R \times h.$

અહિંઆં R = ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ અથવા પ્રતિકાર્ય દર્શાવે છે.



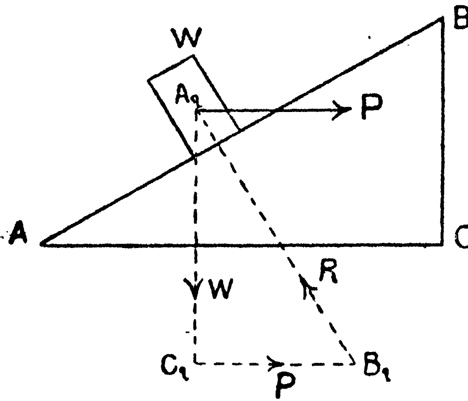
આકૃતિ ૫૦

(૨) જ્યારે જોરને ઢળતી સપાટીને સમાંતર ન લાગુ પાડતાં કોઈ પણ ખુણે લાગુ પાડવામાં આવે- આકૃતિ ૫૦માં આ બતાવ્યું છે. એમાં ત્રિકેાણ DEF પહેલાંની માફક દોરવામાં આવ્યેા છે, અને તેની ત્રણે બાજુઓ ત્રણ જોરેા P, W, અને Rની અનુક્રમે આવતી દિશાને સમાંતર રાખી છે,

ત્યારે, $P : W :: EF : DE$, અને

$R : W :: DF : DE$, અને

$P : R :: EF : DF.$



આકૃતિ ૫૧

(૩) જ્યારે જોરને આડી દિશામાં એટલે પાયાને સમાંતર લાગુ પાડવામાં આવે—

આગળ પ્રમાણે પદાર્થ ઉપર ત્રણ જોરો કાર્ય કરે છે, જે આકૃતિ ૫૧માં દેખાડ્યા પ્રમાણે અમુક સ્કેલે મુકી શકાય; ત્યારે,

$P : W :: C_1B_1 : A_1C_1$

અથવા, $P : W :: CB : AC$

$\therefore P \times AC = W \times CB$

$\therefore P \times$ પાયો $= W \times$ ઉંચાઈ

$P \times b = W \times h.$

વળી, $R : W :: AB : AC$

$\therefore R \times AC = W \times AB$

$R \times$ પાયો $= W \times$ લંબાઈ

$R \times b = W \times l$

વળી $P : R :: CB : AB$

$\therefore P \times$ લંબાઈ $= R \times$ ઉંચાઈ

$P \times l = R \times h.$

ફાંચર (વેજ Wedge)—પદાર્થ ચીરીને છુટા પાડવા માટે ડબલ ઈન્કિલાઈન્ડ પ્લેન (એટલે બેવડી ઢાળવાળી સપાટી) વાપરવામાં આવે છે જેને "ફાંચર" (વેજ wedge) કહે છે. આવી બાબતમાં ઢાળવાળી સપાટી (પ્લેન) સ્થાઈ નથી, પણ ઢાળવાળી સપાટીની ઉંચાઈને કાટખુણાની દિશામાં કાર્ય કરતાં જોરો વડે આગળ અને આગળ ચલાવવામાં આવે છે. દુર કરવામાં આવતો અવરોધ ફાંચર

વડે છુટા પાડવામાં આવતા પદાર્થને લીધે છે, અને આ અવરોધ ઢાળવાળી સપાટીની લંબાઈને કાટખુણે કાર્ય કરે છે. આ ઉપરથી જણાશે કે ઉપર વર્ણવેલા ત્રણ દાખલામાંના ત્રીજા દાખલાને આ મળતો આવે છે જેમાં જોર P પાયાને સમાંતર કાર્ય કરે છે અને R અવરોધ છે જે દુર કરવાનો છે, અને બે સરખી ઢાળવાળી સપાટીઓને પાયા સાથે પાયો અથડાવી મુકેલી છે. તે દાખલામાં જણાવ્યું હતું કે P : R : : BC : AB છે, પણ ફાંચરનાં દાખલામાં અવરોધ Rને બેવડી ઉંચાઈ જેટલાં અંતરથી દુર કરવામાં આવશે; તેટલા માટે

P : R : : ૨ BC : AB,

અથવા, P : R : : ૨ ઉંચાઈ : લંબાઈ,

∴ P × લંબાઈ = ૨ R × ઉંચાઈ.

આડી સપાટી ઉપર ટેકવેલા પદાર્થને તે સપાટી ઉપર ખસેડવા માટે જોઈતું જોર જે આડી લીટીને કોઈપણ ખુણે ઢળતું કાર્ય કરતું હોય તે શોધવા વિષે—

આકૃતિ પરમાં જે વેળાએ પદાર્થ સરકવાની અણી ઉપર હોય છે તે વેળાએ કાર્ય કરતાં જોરો દેખાડયાં છે, એમાં વજન W ઉભી દિશામાં નીચલી તરફ કાર્ય કરે છે, જોર Q આડી લીટી સાથે અમુક ડીગ્રીનો ખુણો કરે છે, અને R સપાટીનું લંબ લીટીમાં કાર્ય કરતું પ્રતિકાર્ય છે. ગતિને નડતો ઘર્ષણનો અવરોધ F છે, જે કોએફીશન્ટ ઓફ ફ્રીકશન (ઘર્ષણનો ગુણક) અને પ્રતિકાર્ય Rના ગુણાકારની બરાબર છે. આ છેલ્લાં બન્ને જોરો F અને Rને સંયુક્ત કરી તેનો રીઝલ્ટન્ટ શોધવાથી આપણને જ્યારે ગતિ શરૂ થાય ત્યારે સપાટીનું ખરેખરૂં પ્રતિકાર્ય R_1 મળે છે. આ પ્રમાણે જો AB = R અને AC = F (આકૃતિ પર) હોય, ત્યારે પેરેલેલોગ્રામ ઓફ ફોર્સીસના નિયમ પ્રમાણે કર્ણ (હાઇપોટેન્યુસ) AD = R_1 છે, અને તેની દિશા એવી છે કે

આકૃતિ પર

તે સપાટી ઉપરની લંબ લીટી સાથે અમુક કોઈપણ ખુણો કરે છે, અને ગતિની ઉલટી બાજુએ હોય છે.

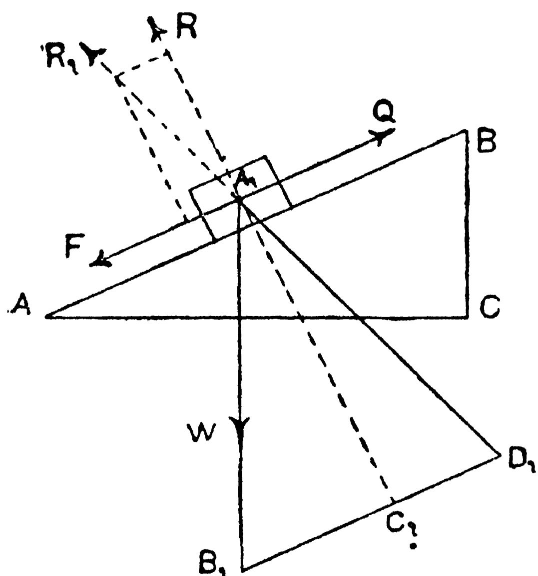
તેટલા માટે આપણને માત્ર ત્રણ જોરો P, W, અને R_1 ધ્યાનમાં લઈ ટ્રાયએંગલ ઓફ ફોર્સીસ લાગુ પાડવાનો છે. કોઈપણ સ્કેલે W બરાબર AE દોરો, અને ADને સમાંતર EK લીટી દોરો, એટલે ખુણો AEK બનશે અને તેને ઘર્ષણનો ખુણો (friction angle) કહે છે. હવે જોર Qનાં કાર્યની લીટીને Aથી K સુધી લંબાવો, ત્યારે લીટી KA પદાર્થને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર દર્શાવે છે. પદાર્થને ખસેડવા માટે જોઈતાં ઓછામાં ઓછાં જોરને EKને કાટખુણે AG લીટી દોરી શોધવામાં આવે છે.

ઉપર આપેલી રીત લાગુ પાડતી વેળાએ પદાર્થને સપાટી ઉપર "ખેંચવામાં આવે છે" કે "હડસેલવામાં આવે છે" તે વચ્ચેનો તફાવત જાણવાનું અગત્યનું છે. જો Qને ઉલટાવવામાં આવે એટલે

હડસેલવામાં આવે, તો વજન Wને જમણી તરફથી ડાબી તરફ ખસેડવા માટે જોઈતું જોર K_1A છે.

ઢાળવાળી સપાટી ઉપર ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવા વિષે—

આ પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જે ઢાળવાળી સપાટી લીધી છે તેમાં ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લીધું નથી, એટલે તે સપાટી સંપુર્ણ લીસી છે અને સપાટીની ઉપર અને નીચે ખસેડતાં પદાર્થની ગતિને નડતો ઘર્ષણનો અવરોધ બીલકુલ નથી એમ માની લીધું છે, પણ ખરેખરી રીતે આ પ્રમાણે હોતું નથી. ઘર્ષણના અવરોધને ઢાળવાળી સપાટીને સમાંતર આવતાં જોર વડે દર્શાવવામાં આવે છે. આ જોરની અતિશયતા સંબંધમાં આવતી સપાટી વચ્ચેનો ઘર્ષણનો ગુણક એટલે કોએફીશન્ટ ઓફ ફ્રીકશન અને વજનને લીધે સપાટી ઉપરનાં લંબ (normal) પ્રતિકાર્ય Rના ગુણાકારની બરાબર છે.



આકૃતિ ૫૩

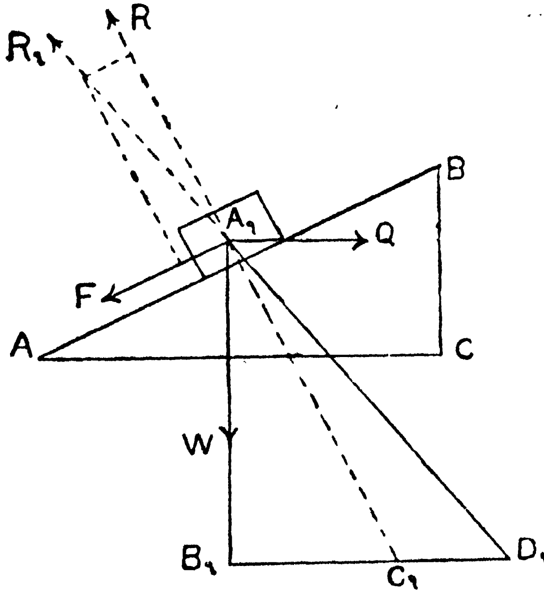
(૧) ઢાળની લંબાઇને સમાંતર જોર કાર્ય કરે ત્યારે—

આ બાબતમાં ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવાથી સપાટીઓ વચ્ચેનું પ્રતિકાર્ય હવે સપાટીને કાટખુણે આવતું નથી, પણ તે લંબ પ્રતિકાર્ય R અને ઘર્ષણના અવરોધ Fનો રીઝલ્ટન્ટ છે, અને તે લંબ પ્રતિકાર્ય R સાથે ઍંગલ ઓફ રીપોઝ (angle of repose)ની બરાબરનો ખુણો કરે છે; તેનાં કાર્યની લીટી આકૃતિ ૫૩માં R_1 વડે દેખાડી છે. ત્યારે વજન

Wને ઢાળની ઉપર ચઢાવવા માટે જોઈતું જોર Q શોધવા માટે વજન Wને દર્શાવનારી લીટી $A_1 B_1$ દોરો, અને ગતિની દિશાની વિરૂદ્ધ દિશામાં લંબ પ્રતિકાર્ય R સાથે એંગલ ઓફ રીપોઝ જેટલો ખુણો કરતી લીટી R_1 દોરો, એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પેરેલેલોગ્રામ ઓફ ફોર્સીસની રીતે R અને Fનો રીઝલ્ટન્ટ દર્શાવનારી લીટી R_1 દોરો, અને આ R_1 લીટીને નીચલી તરફ આકૃતિમાં બતાવેલી લીટી A_1D_1 માફક એવી રીતે લંબાવો કે જેથી તે Q જોરનાં કાર્યની લીટીને સમાંતર B_1થી દોરેલી લીટીને D_1 આગળ મળે. ત્યારે B_1D_1 ઢાળની સપાટીનાં ઘર્ષણ અને ગુરૂત્વની સામે ઢાળ ઉપર વજન Wને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર Q દર્શાવે છે.

$$\text{એફીશીઅન્સી} = \frac{\text{થીઅરી પ્રમાણેનું જોર}}{\text{ખરેખરૂં જોર}} = \frac{B_1C_1}{B_1D_1}$$

(૨) ઢાળના પાયાને સમાંતર જોર કાર્ય કરે ત્યારે— એમાં ઢાળની સપાટીનાં ઘર્ષણ અને ગુરૂત્વની સામે ઢાળ ઉપર

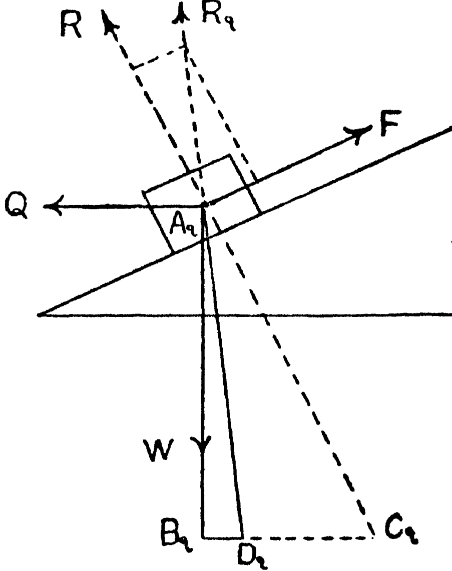


આકૃતિ ૫૪

વજન Wને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર ઉપલીજ રીતે શોધી શકાશે. ખરેખરૂં જોર $Q = B_1D_1$ છે. (જુઓ આકૃતિ ૫૪), અને એફીશીઅન્સી $= \frac{B_1C_1}{B_1D_1}$.

આપણે પાછળથી જોઈશું કે આ બાબત ખાસ અગત્યની છે, કારણ કે તે સ્ક્રુની બાબતને લાગુ પડે છે.

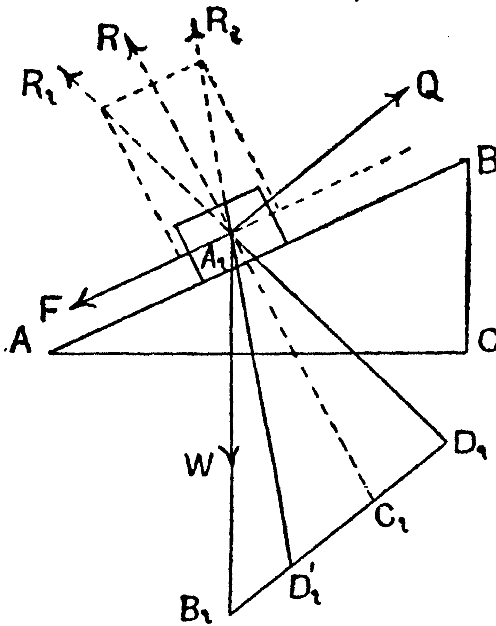
ઉપલી બાબતો જ્યારે વજનને ઢાળની ઉપર ચઢાવવામાં આવે ત્યારે ખરી છે. જો વજનને ઢાળની નીચે ઉતારવામાં આવે, તો જોરો દર્શાવનારી આકૃતિ (ડાયગ્રામ diagram) આકૃતિ ૫૫માં દેખાડ્યા જેવી થશે. લંબ પ્રતિ-કાર્ય R અને ઘર્ષણનો અવરોધ Fનો રીઝલ્ટન્ટ દર્શાવનારી લીટી R_1 પેરેલેલોગ્રામ ઓફ ફોર્સીસની રીતે ગતિની દિશાની વિરૂદ્ધ દિશામાં દોરો. આ લીટી R_1ને નીચલી તરફ આકૃતિમાં દેખાડેલી $A_1 C_1$ માફક એવી રીતે લંબાવો કે જેથી તે Q જોરનાં કાર્યની લીટીને સમાંતર B_1થી દોરેલી લીટીને D_1 આગળ મળે. ત્યારે $B_1 D_1$ ઢાળની નીચે વજન Wને ખસેડવા માટે જોઇતું જોર Q દર્શાવે છે.



આકૃતિ ૫૫

(૩) ઢાળની સપાટી સાથે કોઈપણ ખુણે જોર કાર્ય કરે ત્યારે—

એમાં ઢાળની સપાટીનાં ઘર્ષણ અને ગુરૂત્વની સામે ઢાળ ઉપર વજન Wને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર આગળ વર્ણવેલી રીતેજ શોધી

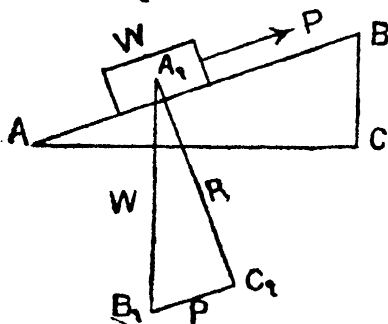


આકૃતિ ૫૬

શકાશે. આકૃતિ ૫૬ વજનને ઢાળ ઉપર અને નીચે ખસેડવા માટેની બન્ને બાબત દર્શાવે છે. એમાં ઢાળ ઉપર વજન ખસેડવા માટે જોઈતું જોર $Q=B_1D_1$ છે, અને ઢાળની નીચે વજન ખસેડવા માટે જોઈતું જોર $Q=B_1\ D_1'$ છે.

દાખલો ૧—૬ ફુટ લંબાઇ અને ૧૨ ઈંચ ઉંચાઈ-વાળા એક ઢાળ (ઇન્કલાઇન્ડ પ્લેન) ઉપર ઢાળની લંબાઇને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૨૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખસેડી શકાશે ?

આકૃાત ૫૭માં આ ઢાળ બતાવ્યો છે.



આકૃતિ ૫૭

$P : W :: B_1 C_1 : A_1 B_1$

$:: BC : AB$

$::$ ઉંચાઇ : લંબાઈ

$P : W :: h : l$

$\therefore P \times l = W \times h$

$\therefore$ ૨૦ × ૬ × ૧૨ = W × ૧૨

$\therefore W = \frac{૨૦ \times ૬ \times ૧૨}{૧૨}$

= ૧૨૦ પૌંડ

દાખલો ૨—૧૨ ફુટ લંબાઈવાળા એક ઢાળ ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૮ પૌંડનાં જોર વડે ૯૦ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની ઉંચાઈ કેટલી હશે ?

$$P : W :: \text{ઉંચાઈ} : \text{લંબાઇ}$$
$$:: h : l$$
$$\therefore P \times l = W \times h$$
$$૮ \times ૧૨ \times ૧૨ = ૯૦ \times h$$
$$\therefore h = \frac{૮ \times ૧૨ \times ૧૨}{૯૦} = \underline{૧૨\cdot૮ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૩—૩ ફુટ ઉંચાઇવાળા એક ઢાળ ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૭ પૈાંડનાં જોર વડે ૧૩૦ પૈાંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તેા ઢાળની લંબાઈ કેટલી હશે ?

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઇ}$$
$$P \times l = W \times h$$
$$૭ \times l = ૧૩૦ \times ૩$$
$$\therefore l = \frac{૧૩૦ \times ૩}{૭} = \underline{૫૫\cdot૭ \text{ ફુટ}}$$

દાખલેા ૪—એક ઢાળની લંબાઈ ૨૪૦ ઈંચ છે, અને ઉંચાઈ ૨·૫ ફુટ છે, તેા તે ઉપર ૨ ટનનું વજન ખસેડવા માટે ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે ?

$$P \times l = W \times h$$
$$P \times ૨૪૦ = ૨ \times ૨૨૪૦ \times ૨\cdot૫ \times ૧૨$$
$$\therefore P = \frac{૨ \times ૨૨૪૦ \times ૨\cdot૫ \times ૧૨}{૨૪૦} = \underline{૫૬૦ \text{ પૈાંડ}}$$

દાખલેા ૫—એક ઢાળની લંબાઈ ૩૨ ફુટ અને ઉંચાઈ ૧૨ ફુટ છે, તેા તે ઉપર મુકેલાં ૨૪૦ પૈાંડનાં વજનથી તે ઢાળવાળી સપાટી ઉપર કેટલું દબાણ પડશે તે શેાધેા.

$$W : R :: A_1B_1 : A_1C_1$$
$$:: AB : AC$$
$$:: \text{લંબાઇ} : \text{પાયેા}$$
$$W : R :: l : b$$
$$W \times b = R \times l$$

$$\therefore R = \frac{W \times b}{l}$$

કાટકોણ ત્રિકોણના નિયમ પ્રમાણે—

કર્ણ^{૨} = પાયા^{૨} + ઉંચાઈ^{૨}

લંબાઈ^{૨} = પાયા^{૨} + ઉંચાઈ^{૨}

∴ પાયા^{૨} = લંબાઈ^{૨} – ઉંચાઈ^{૨}

∴ પાયો = $\sqrt{\text{લંબાઈ}^{૨} - \text{ઉંચાઈ}^{૨}}$

પાયો = $\sqrt{૩૨^{૨} - ૧૨^{૨}}$

= $\sqrt{૧૦૨૪ - ૧૪૪}$

= $\sqrt{૮૮૦}$

= ૨૯·૬૬૪

$\therefore R = \frac{૨૪૦ \times ૨૯·૬૬૪}{૩૨}$ = ૨૨૨·૪૮ પૌંડ

દાખલો ૬—૯ ફુટ લંબાઈ અને ૩૦ ઈંચ ઉંચાઈવાળા એક ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખસેડી શકાશે?

$P : W :: B_{૧}C_{૧} : A_{૧}C_{૧}$

$:: BC : AC$

:: ઉંચાઈ : પાયો

$:: h : b$

$\therefore P \times b = W \times h$

હવે, કાટકોણ ત્રિકોણના નિયમ પ્રમાણે—

કર્ણ^{૨} એટલે લંબાઇ^{૨} = પાયા^{૨} + ઉંચાઈ^{૨}

∴ પાયા^{૨} = લંબાઇ^{૨} – ઉંચાઇ^{૨}

∴ પાયો = $\sqrt{૯^{૨} - ૨·૫^{૨}}$

= $\sqrt{૮૧ - ૬·૨૫}$

= $\sqrt{૭૪·૭૫}$

= ૮·૬૪૫ ફુટ

$$W = \frac{P \times b}{h}$$

$$= \frac{૨૫ \times ૮.૬૪૫}{૨.૫} = \underline{૮૬.૪૫ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૯—૪૮ ઇંચ લંબાઈના ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં ૧૨ પૌંડનાં જોર વડે ૭૨ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની ઉંચાઈ કેટલી હશે ?

$$P : W :: \text{ઉંચાઈ} : \text{પાયો}$$

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૧૨ \times \text{પાયો} = ૭૨ \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$\therefore \text{ઉંચાઈ} = \frac{૧૨ \times \text{પાયો}}{૭૨}$$

$$\therefore \text{ઉંચાઇ } h = \frac{\text{પાયો}}{૬}$$

$$\therefore \text{પાયો } b = ૬\ h$$

$$\text{ઢાળની લંબાઇ} = \sqrt{\text{ઉંચાઇ}^૨ + \text{પાયો}^૨}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^૨ + b^૨}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^૨ + (૬h)^૨}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^૨ + ૩૬\ h^૨}$$

$$૪૮ = \sqrt{૩૭\ h^૨}$$

$$\therefore ૪૮^૨ = ૩૭\ h^૨$$

$$૨૩૦૪ = ૩૭\ h^૨$$

$$\therefore h^૨ = \frac{૨૩૦૪}{૩૭} = \underline{૬૨.૨૭}$$

$$\therefore h = \sqrt{૬૨.૨૭}$$

$$= \underline{૭.૯ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૮—૪૦ ઇંચ ઉંચાઇવાળા એક ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં ૧૦ પૌંડનાં જોર વડે ૭૫ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની લંબાઇ કેટલી હશે.

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઇ}$$

$$૧૦ \times \text{પાયો} = ૭૫ \times ૪૦$$

$$\therefore \text{પાયો} = \frac{૭૫ \times ૪૦}{૧૦}$$

$$= ૩૦૦ \text{ ઇંચ}$$

$$l = \sqrt{h^૨ + b^૨}$$

$$= \sqrt{૪૦^૨ + ૩૦૦^૨}$$

$$= \sqrt{૧૬૦૦ + ૯૦૦૦૦}$$

$$= \sqrt{૯૧૬૦૦}$$

$$\text{લંબાઈ} = \underline{૩૦૨.૬૫ \text{ ઇંચ}}$$

દાખલો ૯—૧૪૪ ઇંચવાળા અને ૫ ફુટ ઉંચાઇના એક ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં કેટલાં પૌંડનાં જોર વડે એક ટનનું વજન ખસેડી શકાશે ?

$$l^૨ = h^૨ + b^૨$$

$$\therefore b^૨ = l^૨ - h^૨$$

$$\therefore b = \sqrt{૧૪૪^૨ - ૬૦^૨}$$

$$= \sqrt{૨૦૭૩૬ - ૩૬૦૦}$$

$$= \sqrt{૧૭૧૩૬}$$

$$\text{પાયો} = ૧૩૦.૯ \text{ ઇંચ}$$

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઇ}$$

$$P \times ૧૩૦.૯ = ૨૨૪૦ \times ૬૦$$

$$\therefore P = \frac{૨૨૪૦ \times ૬૦}{૧૩૦.૯} = \underline{૧૦૨૬.૭ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૦—એક ઢળતી સપાટીનો ઢાળ ૧ : ૪નો છે, તો તે ઉપર ૬૦૦ પૈાંડનું વજન ખસેડવા માટે જોઈતું ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતું જોર શોધો, તથા તે સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times ૪ = ૬૦૦ \times ૧$$

$$\therefore P = \frac{૬૦૦ \times ૧}{૪} = \underline{૧૫૦ \text{ પૈાંડ}}$$

R = દબાણ અથવા પ્રતિકાર્ય

$$R \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{પાયો}$$

$$\text{પાયો} = \sqrt{l^૨ - h^૨}$$

$$= \sqrt{૪^૨ - ૧^૨}$$

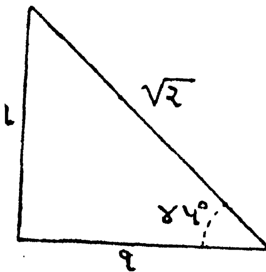
$$= \sqrt{૧૬ - ૧}$$

$$= \sqrt{૧૫}$$

$$= ૩{\cdot}૮૭$$

$$R \times ૪ = ૬૦૦ \times ૩{\cdot}૮૭$$

$$R = \frac{૬૦૦ \times ૩{\cdot}૮૭}{૪} = \underline{૫૮૦{\cdot}૫ \text{ પૈાંડ}}$$



આકૃતિ ૫૮

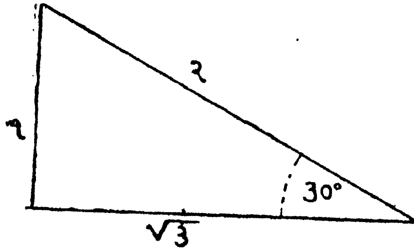
દાખલો ૧૧—એક ઢળતી સપાટી આડી સપાટીને ૪૫°ના ખુણે ઢળતી છે. ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાય કરતું જોર ૮ પૈાંડ છે, તો વજન અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો. જો ખુણો ૩૦°નો હોય, તો વજન અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો ?

આકૃતિ ૫૮માં ૪૫°ના ખુણે ઢળતી સપાટી બતાવી છે.

$$l = \sqrt{b^૨ + h^૨}$$

$$= \sqrt{૧^૨ + ૧^૨}$$

$$= \sqrt{૨}$$



આકૃતિ ૫૯

આકૃતિ ૫૯માં ૩૦°ને ખુણે ઢળતી સપાટી બતાવી છે.

$$l^{૨} = h^{૨} + b^{૨}$$

$$\therefore b = \sqrt{l^{૨} - h^{૨}}$$

$$= \sqrt{૨^{૨} - ૧^{૨}}$$

$$= \sqrt{૩}$$

(૧) P × લંબાઈ = W × ઉંચાઈ

$૮ \times \sqrt{૨} = W \times ૧$

$૮ \times ૧.૪૧ = W$

$\therefore$ W = ૧૧.૨૮ પૌંડ

R × ઉંચાઈ = P × પાયો

$R \times ૧ = ૮ \times ૧$

$\therefore$ R = ૮ પાંડ

(૨) P × લંબાઈ = W × ઉંચાઈ

$૮ \times ૨ = W \times ૧$

$\therefore$ W = ૧૬ પૌંડ

R × ઉંચાઈ = P × પાયો

$R \times ૧ = ૮ \times \sqrt{૩}$

$\therefore$ R = ૮ × ૧.૭૩ = ૧૩.૮૪ પૌંડ

દાખલો ૧૨—એક ભોંયરાંમાંથી પીપ બહાર કાઢવા માટે ઢાળવાળી સપાટી (ઇન્કિલાઇન્ડ પ્લેન)નો ઉપયોગ કર્યો છે. દોરડાંના એક તરફના છેડાઓને ઢાળવાળી સપાટીને મથાળે બાંધવામાં આવે છે, અને ત્યારપછી તે દોરડાને પીપની નીચેથી પસાર કરી તેના બીજા છેડાઓ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો ઢાળ ૩ એ ૧નો હોય, અને પીપનું વજન ૪ હંડ્રેડવેટ હોય, તો તેને બહાર ખેંચવા માટે

કેટલું જોર જોઈશે? વળી જો ૪૦ પૌંડનાં જોર વડે તે પીપને બહાર ખેંચી શકાય, તો તે પીપનું વજન કેટલું હશે?

અહિંઆં પીપ એટલે વજન W બે દોરડાં વડે ટેકવાયલું છે, માટે જેમ સ્નેચ બ્લોકમાં હોય છે તેમ—

$P : W : : 1 : 2$, એટલે

ઢાળ ઉપર ખેંચવા માટે જોઈતાં P કરતાં ખરેખરૂં P માત્ર અર્ધુંજ જોઈશે, અને આપેલાં P વડે ઢાળ ઉપર જે વજન ખેંચી શકાય તેનાથી બમણું વજન ખેંચી શકાશે.

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$\therefore P \times 3 = 4 \times 112 \times 1$$

$$P = \frac{4 \times 112 \times 1}{3} = \underline{149 \cdot 3 \text{ પૌંડ}},$$

પણ અહિંઆં આપેલાં W માટે ઢાળ ઉપર ખેંચવા માટે જે P જોઈએ તેનાથી માત્ર અર્ધુંજ P જોઈશે,

$$\text{માટે } P = \frac{149 \cdot 3}{2} = \underline{74 \cdot 6 \text{ પૌંડ}}$$

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$40 \times 3 = W \times 1$$

$$\therefore W = 120 \text{ પૌંડ},$$

પણ અહિંઆં આપેલાં P વડે જે વજન ઢાળ ઉપર ખેંચી શકાય તેનાંથી બમણું વજન ખેંચી શકાશે,

$$\text{માટે } W = 120 \times 2 = \underline{240 \text{ પૌંડ}}$$

એકસરસાઈઝ ૮મી

૧. જોર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરે છે એમ લઈ નીચલા દાખલાઓ ગણોઃ—

(અ) જો ઢાળની લંબાઈ ૭ ફુટ, ઉંચાઈ ૨૧ ઇંચ, અને જોર ૧૮ પૌંડ હોય, તો વજન અને ઢાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

(ब) જો ઢાળની લંબાઈ ૫ ફુટ, વજન ૮૦ પૌંડ, અને જોર ૧૦ પૌંડ હોય, તો ઢાળની ઉંચાઇ શોધો.

(क) જો ઢાળની ઉંચાઇ ૨ ફુટ, વજન ૧૫૦ પૌંડ અને જોર ૮ પૌંડ હોય, તો ઢાળની લંબાઇ શોધો.

(ड) જો ઢાળની લંબાઇ ૧૪૦ ઇંચ, ઉંચાઇ ૨૦ ઇંચ, અને વજન ૧૧૨૦ પૌંડ હોય, તો જોર P અને ઢાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૨. એક ઢાળવાળી સપાટીનો ઢાળ ૩ એ ૧નો છે, તો તે ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખેંચી શકાશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૩. એક ઢાળવાળી સપાટીનો ઢાળ ૫ એ ૧નો છે, તો તે ઉપર ૩૫૦ પૌંડનું વજન ખેંચવા માટે ઢાળની લંબાઈને સમાંતર દિશામાં કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૪. જોર ઢાળના પાયાને સમાંતર કાર્ય કરે છે એમ લઈ નીચલા દાખલાઓ ગણો:—

(अ) જો ઢાળની લંબાઈ ૧૨૦ ઇંચ, ઉંચાઈ ૩૬ ઇંચ અને જોર ૩૦ પૌંડ હોય, તો વજન અને ઢાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

(ब) જો ઢાળની લંબાઈ ૬ ફુટ, વજન ૮૪ પૌંડ, અને જોર ૧૨ પૌંડ હોય, તો ઉંચાઈ શોધો.

(क) જો ઢાળની ઉંચાઈ ૪૫ ઈંચ, વજન ૩૬૦ પૌંડ, અને જોર ૧૮ પૌંડ હોય, તો ઢાળની લંબાઈ શોધો.

(ड) જો ઢાળની લંબાઈ ૧૫ ફુટ, ઉંચાઈ ૨૪ ઈંચ, અને વજન ૨ ટન હોય, તો જોર અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૫. એક ઢાળવાળી સપાટીની મદદ વડે ભોંયરાંમાંથી પીપને બહાર કાઢવામાં આવે છે. દોરડાંના એક બાજુના છેડાઓને ઢાળવાળી

સપાટીને મથાળે બાંધવામાં આવે છે, અને ત્યાર પછી તે દોરડાંને પીપની નીચેથી પસાર કરી તેના બીજા છેડાઓ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો ઢાળ ૪ એ ૧નો હોય, અને પીપનું વજન ૩ હંડ્રેડવેટ હોય, તો તેને બહાર ઉપર ખેંચવા માટે કેટલું જોર જોઈશે? વળી જો ૪૫ પૌંડનાં જોર વડે તે પીપ ઉપર ખેંચી શકાય તો પીપનું વજન કેટલું હશે?

૬. એક ઢાળવાળી સપાટી આડી સપાટીને ૩૦°ને ખુણે ઢળતી છે, તો તે ઉપર ૨ હંડ્રેવેટનું વજન ખેંચવા માટે ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૭. એક ઢાળ આડી સપાટીને ૪૫°ને ખુણે ઢળતો છે. ઢાળના પાયાને સમાંતર કાર્ય કરતું જોર ૧૫ પૌંડ હોય, તો વજન અને ઢળતી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૮. એક ઢાળ ૪૫°ને ખુણે ઢળતો છે, અને આડી સપાટીને ૬૦°ને ખુણે જોર કાર્ય કરે છે. જો વજન ૩૫૦ પૌંડ હોય, તો જોર અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ આકૃતિની મદદ વડે નક્કી કરો.

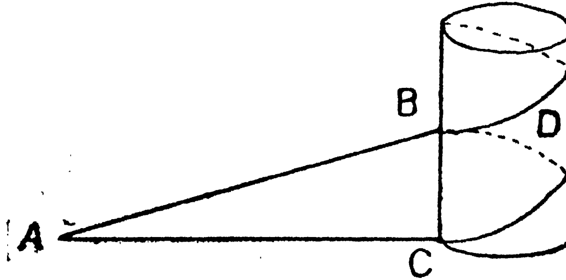
૯. એક ઢાળ ૩૦°ને ખુણે ઢળતો છે, તો તે ઉપર આડી સપાટીને ૪૫°ને ખુણેની દિશામાં કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખસેડી શકાય તે અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ આકૃતિની મદદ વડે શોધો.

૧૦. એક ખડબચડી આડી સપાટી ઉપર મુકેલાં ૧૨૦ પૌંડનાં વજનને આડી સપાટીને ૩૦°ને ખુણે ઢળતી દિશામાં કાર્ય કરતાં જોર વડે ખેંચવામાં આવે છે. જો ઘષણનો ગુણક (કાએફીશન્ટ ઓફ ફ્રીકશન) ·૧૫ હોય, તો તે પદાર્થને ખેંચવા માટે કેટલું જોર જોઈશે? જો તે વજનને ખેંચવાને બદલે હડસેલવામાં આવે, તો જોર કેટલું જોઈશે? વળી તે પદાર્થને સરકવાની અણી ઉપર લાવવા માટે ઓછામાં ઓછું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને તે જોરની દિશા શોધો.

સ્ક્રુ (SCREW)

દરેક એન્જીનીયરીંગ લાઈનના વિદ્યાર્થીને લાકડાંના ટુકડાઓને જોડવા માટે વપરાતા સ્ક્રુ અને ધાતુના ભાગોને જોડવા માટે વપરાતા નટ સાથના બોલ્ટની માહિતી થોડે ઘણે દરજ્જે હશે, પણ જે નિયમ ઉપર સ્ક્રુને બનાવવામાં આવે છે અને તે કાર્ય કરે છે તેની અને જુદા જુદા સંજોગો માટે સ્ક્રુને આપવાના જુદા જુદા આકારોની માહિતી દરેક જણને હશે નહિ. તેટલા માટે જે નિયમ ઉપર સ્ક્રુના આંટા બનાવવામાં આવે છે અને સ્ક્રુ કાર્ય કરે છે તે નિયમ અને વ્યવહારમાં વપરાતા સ્ક્રુના થોડાક આકારો અત્રે વર્ણવીશું.

સ્ક્રુના આંટાનો હેલીકસ (Helix) અથવા સ્પાયરલ (Spiral)—આકૃતિ ૬૦માં જોતાં જણાશે કે ABC કાટકોણ ત્રિકોણ છે, અને D એક નળો છે, જેનો પરિઘ ત્રિકોણ ABC ના

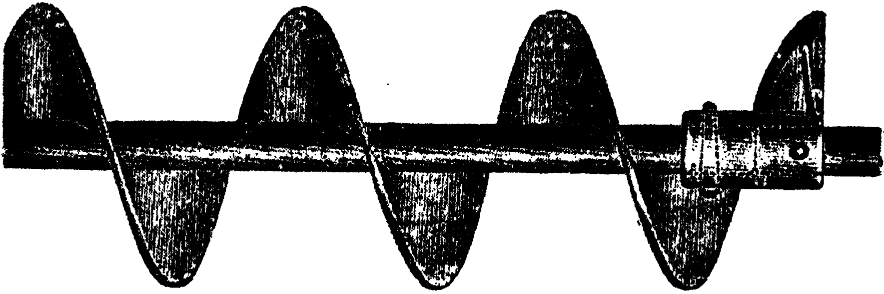


આકૃતિ ૬૦

પાયા AC જેટલો છે. જો આ ત્રિકોણને તે નળા આસપાસ એવી રીતે લપેટવામાં આવે કે જેથી જે ક્ષેત્રમાં AC સમાયલો છે અને જે BCને લંબ છે તે ક્ષેત્ર નળાની ધરીને કાટખુણે આવી રહે, તો બિંદુઓ A અને C એક બીજાને મળી રહેશે, અને કર્ણ AB એક વાંકનો આકાર ધારણ કરશે જેને "હેલીકસ" કહે છે. આ હેલીકસ એક વાંક છે જે જ્યારે જો સ્ક્રુનો આંટો એક લીટીની જાડાઈ જેટલો પાતળો કરીએ ત્યારે તે બની રહે છે. ધરી BCને સમાંતર નળા

ઉપર દોરાયલી સઘળી લીટી સાથે તે વાંક ખુણો કરે છે જે હમેશાં એક સરખો હોય છે. નળા ઉપર એક સંપૂર્ણ આંટા માટનો હેલીકસ કર્વ દેખાડયો છે.

સ્ક્રુના આકારનો ઘણો સારો ખ્યાલ આકૃતિ ૬૧ ઉપરથી મળશે, જે આટાની મીલમાં અનાજ અથવા આટાને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જવાની અથવા ઉંચે ચઢાવવાની એક યુક્તિ છે. તે એક નળાકાર શાફ્ટની આસપાસ એક સરખા પીચવાળા અને ચાલુ સર્પાકારમાં અમળાવીને લપેટેલી પોલાદની પટીનો બનેલો છે. આ શાફ્ટ અને સ્ક્રુ એક ગલી અથવા નળીમાં મુકવામાં આવે છે. અનાજ



આકૃતિ ૬૧

અથવા આટો અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને ગલી અથવા નળીના એક છેડામાં હડસેલવામાં આવે છે, અને શાફ્ટને એક છેડે બેસાડેલાં એક લીવર અથવા વ્હીલની મદદ વડે સ્ક્રુને ફેરવવાથી તે છુટા અનાજ અથવા આટા અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને તે બીજે છેડે પહોંચે ત્યાંસુધી ધીમે ધીમે દબાવવામાં આવે છે, જ્યાંથી તે ગુણીઓમાં પડે છે અથવા બીજાં મશીનમાં જાય છે. આકૃતિ તપાસતાં માલમ પડે છે કે સ્ક્રુને લીવર અથવા હેન્ડ વ્હીલ વડે ગોળ ફેરવવાથી પદાર્થનાં રજકણોને સર્પાકાર પોલાદની પટી વડે બનેલાં ચાલુ ઢાળવાળાં ક્ષેત્રની સપાટીની દિશાએ દબાવવામાં આવે છે. તેટલા માટે જે નિયમ ઉપર સ્ક્રુ કાર્ય કરે છે તે ઢાળવાળાં ક્ષેત્ર (ઇન્કિલાઇન્ડ પ્લેન) અને લીવરનો સંયુક્ત નિયમ છે.

અવરોધ દુર કરવા માટે સ્ક્રુ શક્તિમાન થાય માટે તે ઉપરના આંટાને કાંઈક નિશ્ચિત આકાર હોવો જોઈએ જેથી એક સપાટી બને અને તે ઉપર દબાણ કાર્ય કરે. તેટલા માટે વ્યવહારમાં સ્ક્રુ એક નળાનો બનેલો છે જે ઉપર એક સમાન છેદચિત્ર (સેકશન)નો બહાર નીકળી આવતો આંટો (થ્રેડ thread) બનેલો હોય છે, અને તે આંટા ઉપરની ધાર હેલીકલ કર્વને મળતી આવે છે. નળામાં ખાંચો કાપવાથી પણ એજ પરિણામ મળી શકે છે, જે ખાંચાનો માર્ગ ઉપર વર્ણવેલી રીતે મેળવેલા હેલીકલ કર્વને મળ ા આવે છે. ઢાળવાળાં ક્ષેત્ર (ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન)ની ધાર વડે બનતી લીટી પહેલાં દોરવામાં આવે છે, અને આંટો નળા આસપાસ વિંટાળવામાં આવે છે તેથી તેની ધાર પહેલી લીટીને મળતી આવે છે. જો આંટો એક કરતાં વધુ આંટા અથવા ચક્કર (revolutions) કરવા માટે રાખવાની જરૂર હોય તો તેને માત્ર લંબાવવામાં આવે છે, અને ધરી સાથે સંબંધ લેતાં તેનું સ્થાન સઘળે એક સરખું હોય છે. ઢાળવાળાં ક્ષેત્રની ઉંચાઈ BC (આકૃતિ ૬૦) જેની મદદ વડે એક આંટામાં હેલીકસ બને છે તેને સ્ક્રુના આંટાનો "પીચ" કહે છે. તે ખરેખરા સ્ક્રુમાં અકેક પાસે આવતા આંટાની મળતી આવતી ધારો વચ્ચેનું અંતર છે જે ધરીને સમાંતર માપવામાં આવે છે.

સ્ક્રુનું **નટ (nut)** ને નામે ઓળખાતા કકડા સાથે જોડાણ કરવાથી સ્ક્રુ વડે ગતિનું સંચારણ કરી શકાય છે. જે નળા ઉપર સ્ક્રુના આંટા બનાવેલા હોય છે તે નળાના વ્યાસ જેટલોજ વેહ આ નટમાં રાખેલો હોય છે. નટની અંદર સ્ક્રુ ઉપરના જેવાજ પીચ અને આકારના સર્પાકાર ખાંચાઓ કાપેલા હોય છે. નટને **"ઈન્ટર્નલ સ્ક્રુ"** **(અંદરનો સ્ક્રુ)** પણ કહે છે, અને સ્ક્રુને પોતાને **"એકસ્ટર્નલ સ્ક્રુ"** **(બહારનો સ્ક્રુ)** કહે છે. જો નટને એવી રીતે સજ્જડ રાખવામાં આવે કે જેથી તેને ગતિ મળી શકે નહિ, ત્યારે સ્ક્રુના દરેક આંટા (ચક્કર revolution) એ સ્ક્રુ પોતાના આંટાના પીચ જેટલો

આગળ વધશે. એથી ઉલટું જો સ્ક્રુ આમ તેમ નહિ ચાલતાં માત્ર ગોળજ ફરી શકે તો નટ અને તે સાથે જોડાયલા ભાગ સ્ક્રુના દરેક આંટા અથવા ચક્કરમાં પીચ જેટલા આગળ ચાલશે.

સ્ક્રુના આંટાઓ (threads)ની ખુબીઓ અને તેના વડે પરિપૂર્ણ કરવાની શરતો—સ્ક્રુના આંટાની અગત્યની ખુબીઓ તેનો પીચ, ઉંડાઇ, અને આકાર હોય છે.

સ્ક્રુના આંટાને જે મુખ્ય શરતો બજાવવાની હોય છે તે નીચે પ્રમાણે છેઃ—(૧) "**એફીશીઅન્સી** (કાર્યસાધકત્વ)" (૨) "**જોર**" (**strength**), (૩) "**ટકાઉપણું**" (**durability**).

(૧) "**એફીશીઅન્સી**" **એટલે** "**કાર્યસાધકત્વ**" પીચ અને ઘર્ષણ ઉપર આધાર રાખે છે, અને તેથી આંટાના પીચ અને આકાર ઉપર આધાર રાખે છે.

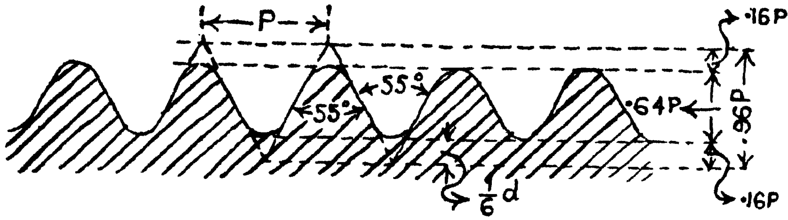
(૨) "**જોર**" (**strength**) આંટાના આકાર અથવા જાડાઇ અને ઉંડાઇ ઉપર એટલે સ્ક્રુની ધરીને સમાંતર આંટાનાં છેદ ચિત્ર (cross section)નાં ક્ષેત્રફળ ઉપર આધાર રાખે છે.

(૩) "**ટકાઉપણું**" (**durability**) મુખ્ય કરીને આંટાની ઉંડાઇ ઉપર એટલે લાગમાં આવતી સપાટીની હદ ઉપર આધાર રાખે છે.

સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો—સ્ક્રુનાં આંટાઓ જુદા જુદા આકારના બનાવવામાં આવે છે, જેવાકેઃ—(૧) **વ્હિટ્વર્થ "વી" થ્રેડ (Whitworth V Thread વ્હિટ્વર્થનો ખુણાવાળો અથવા "વી" આકારનો આંટો); (૨) સ્ક્વેર થ્રેડ (Square Thread ચોરસ આંટો); (૩) રાઉન્ડેડ થ્રેડ (Rounded Thread ગોળાકાર આંટો); (૪) બત્રેસ થ્રેડ (Buttress Thread); (૫) સેલર્સ થ્રેડ (Seller's Thread).**

(૧) **વ્હિટ્વર્થ વી થ્રેડ**—ઈ. સ. ૧૮૪૧માં ઇન્સ્ટીટ્યુશન ઓફ સીવીલ એન્જીનીયર્સ નામની સીવીલ એન્જીનીયરોની મંડળી

આગળ વાંચેલા એક નિબંધમાં સર જોસફ વ્હિટ્વર્થ નામના એન્જીનીયરે જે આકારનો આંટો સુચવ્યો હતો તેનું છેદચિત્ર આકૃતિ ૬૨માં દેખાડ્યું છે. ઇ. સ. ૧૮૪૧ની અગાઉ અને ત્યારપછી પણ થોડો વખત સુધી વિલાયતમાં જુદા જુદા કારખાનાવાલાઓ એકજ સરખા વ્યાસના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટે જુદા જુદા પીચ મરજી પડે એમ વાપરતા હતા એટલુંજ નહિ પણ એકજ કારખાનામાં પીચોનું સરખાપણું



આકૃતિ ૬૨

માલમ પડતું ન હતું. આ પ્રમાણે જુદા જુદા આકારો અને પીચોના આંટાઓવાળા બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ અને નટોના વપરાસને લીધે જો કોઈ યંત્રમાંનો સ્ક્રુ અથવા નટ ગુમાઇ જાય અથવા આંટા ખરાબ થઇ જાય તો તે સ્ક્રુ અથવા નટ તે યંત્રના બનાવનારને ત્યાંથી ખાસ મંગાવવા પડતા અથવા તેને માટે ખાસ નવી ડાઇ અથવા ટેપ બનાવવા પડતા, અને જ્યાં સુધી તે સ્ક્રુ અથવા નટ કારખાનામાંથી આવી પહોંચે અથવા તૈયાર થાય ત્યાં સુધી તે મશીન બંધ રાખવું પડતું. આ પ્રમાણે સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો અને પીચો ગમે તેમ વાપરવાથી અતિશય અડચણ પડતી હતી અને વખત તથા પૈસાની નકામી બરબાદી થતી હતી. આ ઉપરથી સર જોસફ વ્હિટ્વર્થે સ્ક્રુના આંટાનો આકાર અને પીચોનાં માપો નક્કી કર્યાં જેને **"વ્હિટ્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ"** કહે છે. આ વ્હિટ્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ હવે ગ્રેટબ્રીટન અને બ્રીટીશ સંસ્થાનોમાં દરેક જણ વાપરે છે. આ વ્હિટ્વર્થ થ્રેડ (આંટા)નું જોર ઘણું વધારે છે. કારણ કે તળીયાં આગળથી આંટાની જાડાઇ સ્ક્રુના લગભગ પીચ જેટલી હોય છે; અને આ ખુણાવાળા આંટાની પકડ

અથવા દબાણનું જોર ચોરસ આંટા (સ્કવેર થ્રેડ) કરતાં વધારે છે, કારણકે સરખા માપના બોલ્ટ માટે તેનો પીચ ચોરસ આંટાના પીચથી માત્ર અર્ધો છે.

વ્હિટવર્થના "વી" થ્રેડમાં આંટાઓની સામસામેની બાજુઓ વચ્ચેનો ખુણો ૫૫°નો છે, પણ આંટાઓ મથાળેથી અને તળીએથી બારીક અણીઆરા રાખવામાં આવતા નથી પણ તેમને બનાવવાની સરળતા માટે તેમજ આંટાને નુકશાન થતું અટકાવવા માટે તેની કુલ ઉંડાઈના $\frac{1}{6}$ જેટલો ભાગ મથાળેથી અને તળીયેથી ગોળ કરેલો હોય છે, તેટલા માટે જો મથાળેથી અને તળીયેથી આંટો તિક્ષણ હોય ત્યારે તેની જે ઉંડાઈ હોય તેનાં કરતાં આંટાની ખરેખરી ઉંડાઈ $\frac{2}{3}$ જેટલી છે. આકૃતિ ૬૨માં એનાં પ્રમાણો દેખાડયાં છે. જ્યારે આંટો મથાળેથી અને તળીયેથી તિક્ષણ હોય ત્યારે તેની ઉંડાઈ ·૯૬ p (પીચનાં $\frac{૯૬}{૧૦૦}$ જેટલી) છે; પણ ખરેખરી ઉંડાઈ માત્ર ·૬૪ p (પીચનાં $\frac{૬૪}{૧૦૦}$ જેટલી) છે જે નીચે પ્રમાણે મળે છે:—

મથાળે અને તળીયે કુલ ઉંડાઈનાં $\frac{1}{6}$ જેટલો અથવા ·૧૬ p (પીચનાં $\frac{૧૬}{૧૦૦}$) જેટલો ભાગ ગોળ કરેલો છે, માટે ખરેખરી ઉંડાઈ= ·૯૬ p−(૨ × ·૧૬ p) = ·૯૬ p − ·૩૨ p = ·૬૪ p જેટલી છે, એમાં p = સ્ક્રુનો પીચ દર્શાવે છે.

નટ એટલે ચાકી તોડી નાંખવાનું વલણ કરતું જોર આંટાની બાજુઓના ખુણા ઉપર આધાર રાખે છે. છાછરા ખુણાવાળો આંટો ઉંડા ખુણાવાળા આંટા કરતાં નટ ઉપર ત્રાંસી દીશાનું જોર (oblique stress) અથવા તોડી નાખનારૂં જોર (bursting stress) વધારે ઉત્પન્ન કરે છે, કારણ કે પ્રતિકાર્ય અથવા દબાણ આંટાની સપાટી (face)ને કાટખુણે આવતું હોવાથી સ્ક્રુને ફેરવવામાં જે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તેનો મોટો ભાગ ફરતે વિંટળાયલી નટને તોડી નાખવાનું વલણ

કરવામાં ખર્ચ થાય છે. આ કારણને લીધે એક સરખા પીચના ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુ કરતાં ખુણાવાળા આંટાનો સ્ક્રુ ગતિનું સંચારણ કરવા માટે ઓછો કાર્યસાધક છે. આ ઓછાં કાર્યસાધકત્વને લીધે સઘળી જાતની મશીનરી માટે સજ્જડ કરનાર અથવા જકડી લેનાર તરીકે ખુણાવાળા આંટાના સ્ક્રુ અથવા બોલ્ટના ઉપયોગીપણામાં વધારો થાય છે, કારણ કે બરાબર રીતે બેસાડેલી નટને જો એકવાર સજ્જડ કરવામાં આવે, તો તે પોતાની મેળે ઉલટી ફરી ઢીલી થઈ જશે નહિ, શિવાય કે તેનો પીચ ઘણોજ મોટો હોય અને આંટા ઉપર સારી રીતે તેલ લગાડ્યું હોય.

છપેલ એટલે છપાસાંવાળી (hexagonal) નટને સ્ક્રુનાં તોડી નાખનારાં દબાણ સામે ટકી રહેવા પુરતી મજબુત બનાવવા માટે તેનાં ચપટાં પાસાં વચ્ચેનાં માપ નક્કી કરવા માટેનો નિયમ ($1\frac{1}{2}$ d + $\frac{1}{8}$ ઈંચ) છે, એટલે છ પાસાંની નટમાં તેનાં એક પાસાંથી તેની સામેના બીજાં પાસાં વચ્ચેનું અંતર = $1\frac{1}{2}$ d + $\frac{1}{8}$ ઈંચ, એમાં d = બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ છે. આ નટની જાડઈ અથવા ઉંચાઈ બોલ્ટના વ્યાસ જેટલી રાખવામાં આવે છે.

સ્ક્રુના આંટાના પીચ દર્શાવવામાં વારંવાર બીજી રીત ધારણ કરવામાં આવે છે, જેમકે બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની એક ઇંચની લંબાઈમાં કેટલી ધારો બહાર નીકળેલી છે; દાખલા તરીકે એક ઈંચ વ્યાસના વ્હિટવર્થ બોલ્ટમાં એક ઇંચની લંબાઈમાં આઠ ધારો અથવા આંટા છે, તેથી આ બાબતમાં પીચ દર્શાવવા માટે "એક ઇંચમાં આઠ આંટા" એમ બોલાય છે. પહેલી રીત પ્રમાણે પીચ $\frac{1}{8}$ ઇંચ થશે.

નીચે આપેલો કોઠો વ્હિટવર્થના "વી" આકારના આંટાવાળા જુદા જુદા વ્યાસોના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુના પીચો દર્શાવે છે:—

વ્હિટ્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ પ્રમાણે ખુણાવાળા અથવા "વી" આંટાના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ આદેના પીચોનો કોઠો.

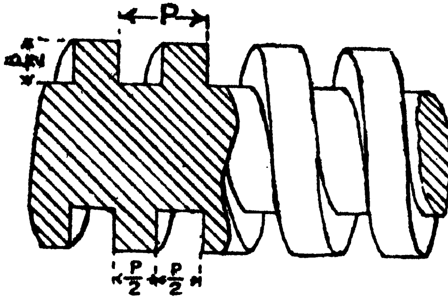
બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ ઈંચમાં	દર ઈંચ લંબાઈ દીઠ આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઈ.માં	બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ ઈંચમાં	દર ઈંચ લંબાઈ દીઠ આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઈ.માં	બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ ઈંચમાં	દર ઈંચ લંબાઈ દીઠ આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઈ.માં
૧/૮	૪૦	.૦૯૩	૧ ૧/૮	૭	.૯૪૨	૨ ૭/૮	૩ ૧/૨	૨.૫૧૦
૩/૧૬	૨૪	.૧૩૪	૧ ૧/૪	૭	૧.૦૬૭	૩	૩ ૧/૨	૨.૬૩૪
૧/૪	૨૦	.૧૮૬	૧ ૩/૮	૬	૧.૧૬૨	૩ ૧/૪	૩ ૧/૪	૨.૮૫૬
૫/૧૬	૧૮	.૨૪૧	૧ ૧/૨	૬	૧.૨૮૭	૩ ૧/૨	૩ ૧/૪	૩.૧૦૬
૩/૮	૧૬	.૨૯૫	૧ ૫/૮	૫	૧.૩૬૯	૩ ૩/૪	૩	૩.૩૨૩
૭/૧૬	૧૪	.૩૪૬	૧ ૩/૪	૫	૧.૪૯૪	૪	૩	૩.૫૭૩
૧/૨	૧૨	.૩૯૩	૧ ૭/૮	૪ ૧/૨	૧.૫૯૦	૪ ૧/૪	૨ ૭/૮	૩.૮૦૫
૯/૧૬	૧૨	.૪૫૬	૨	૪ ૧/૨	૧.૭૧૫	૪ ૧/૨	૨ ૭/૮	૪.૦૫૫
૫/૮	૧૧	.૫૦૯	૨ ૧/૮	૪ ૧/૨	૧.૮૪૦	૪ ૩/૪	૨ ૩/૪	૪.૨૮૪
૧૧/૧૬	૧૧	.૫૭૧	૨ ૧/૪	૪	૧.૯૩૦	૫	૨ ૩/૪	૪.૫૩૪
૩/૪	૧૦	.૬૨૨	૨ ૩/૮	૪	૨.૦૫૫	૫ ૧/૪	૨ ૫/૮	૪.૭૬૨
૧૩/૧૬	૧૦	.૬૮૪	૨ ૧/૨	૪	૨.૧૮૦	૫ ૧/૨	૨ ૫/૮	૫.૦૧૨
૭/૮	૯	.૭૩૩	૨ ૫/૮	૪	૨.૩૦૫	૫ ૩/૪	૨ ૧/૨	૫.૨૩૮
૧	૮	.૮૪૦	૨ ૩/૪	૩ ૧/૨	૨.૩૮૪	૬	૨ ૧/૨	૫.૪૮૮

નોટ—એક વ્યાસના ખુણાવાળા "વી" આંટાના સ્ક્રુમાં જે આંટાની સંખ્યા હોય તેનાથી અર્ધી સંખ્યા તેટલાજ વ્યાસના ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુમાં હોય છે.

પાઇપ માટેના વ્હિટવર્થના ગેસ થ્રેડ એટલે ગેસ આંટાના પીચનો કોઠો.

પાઇપના વેહનો વ્યાસ ઇંચમાં	દર ઇંચ લંબાઇ દીઠ આંટાની સંખ્યા	પાઇપનો બહારનો વ્યાસ ઇંચમાં	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઇંચમાં	પાઇપના વેહનો વ્યાસ ઇંચમાં	દર ઇંચ લંબાઇ દીઠ આંટાની સંખ્યા	પાઇપનો બહારનો વ્યાસ ઇંચમાં	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઇંચમાં
૧/૮	૨૮	·૩૮૨	·૩૩૬	૧ ૭/૮	૧૧	૨·૨૪૫	૨·૧૨૮
૧/૪	૧૯	·૫૧૮	·૪૫૧	૨	૧૧	૨·૩૪૭	૨·૨૩
૩/૮	૧૯	·૬૫૬	·૫૮૯	૨ ૧/૮	૧૧	૨·૪૬૭	૨·૩૫૧
૧/૨	૧૪	·૮૨૬	·૭૩૪	૨ ૧/૪	૧૧	૨·૫૮૭	૨·૪૭
૫/૮	૧૪	·૯૦૨	·૮૧૧	૨ ૩/૮	૧૧	૨·૭૯૪	૨·૬૭૮
૩/૪	૧૪	૧·૦૪	·૯૪૯	૨ ૧/૨	૧૧	૩·૦	૨·૮૮૨
૭/૮	૧૪	૧·૧૮૯	૧·૦૯૭	૨ ૫/૮	૧૧	૩·૧૨૪	૩·૦૦૯
૧	૧૧	૧·૩૦૯	૧·૧૯૨	૨ ૩/૪	૧૧	૩·૨૪૭	૩·૧૩
૧ ૧/૮	૧૧	૧·૪૯૨	૧·૩૭૫	૨ ૭/૮	૧૧	૩·૩૬૭	૩·૨૫૧
૧ ૧/૪	૧૧	૧·૬૫	૧·૫૩૩	૩	૧૧	૩·૪૮૫	૩·૩૬૮
૧ ૩/૮	૧૧	૧·૭૪૫	૧·૬૨૮	૩ ૧/૪	૧૧	૩·૬૯૮	૩·૫૮૧
૧ ૧/૨	૧૧	૧·૮૮૨	૧·૭૬૫	૩ ૧/૨	૧૧	૩·૯૧૨	૩·૭૯૫
૧ ૫/૮	૧૧	૨·૦૨૨	૧·૯૬૫	૩ ૩/૪	૧૧	૪·૧૨૫	૪·૦૦૮
૧ ૩/૪	૧૧	૨·૧૬	૨·૦૪૨	૪	૧૧	૪·૩૪૦	૪·૨૨૩

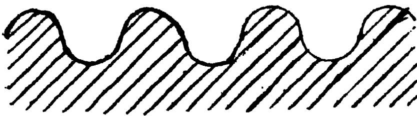
(૨) સ્કવેર થ્રેડ એટલે ચોરસ આંટા—આકૃતિ ૬૩માં ચોરસ આંટાનું છેદચિત્ર (સેક્શન) બતાવ્યું છે. ચોરસ આંટામાં લાગમાં રહેતી સપાટી દબાણ અને અવરોધની દિશાને લગભગ કાટખુણે આવતી હોવાથી ગતિનું સંચારણ કરવા માટે અને લેથ તથા બીજાં



આકૃતિ ૬૩

મશીન—ટુલ્સની સ્લાઇડ તથા મશીનોના બીજા ભાગો ચલાવવા માટે મોટે ભાગે વપરાય છે. ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુને ફેરવવા માટે લાગુ પાડવામાં આવતાં જોરના માત્ર થોડા ટકા નટને તાડી નાંખવાનું વલણ કરવામાં ખર્ચ થાય છે, પરિણામે ‘વી’ અથવા ખુણાવાળા આંટા કરતાં તે ઘણો કાર્યસાધક છે. ચોરસ આંટા-વાળા સીંગલ થ્રેડેડ સ્ક્રુ (એકવડા આંટાના સ્ક્રુ)માં આંટા અને ગાળાની પહોળાઈ તથા ઉંડાઇ એકસરખી એટલે અર્ધા પીચ જેટલી બનાવવામાં આવે છે, તેટલા માટે આંટાની જાડાઈ ઘણી ઘટી જાય છે, અને પરિણામે તેનું જોર ખુણાવાળા ‘વી’ આંટા કરતાં ઓછું હોય છે; તોપણ તેનું ટકાઉપણું કોઈ પણ બીજા આકારના આંટાવાળા સ્ક્રુ કરતાં વધુ હોય છે, કારણ કે દબાણની સામે ટકી રહેવાને તેમાં ઘણી મોટી લાગમાં રહેતી સપાટી (bearing surface) આવેલી હોય છે.

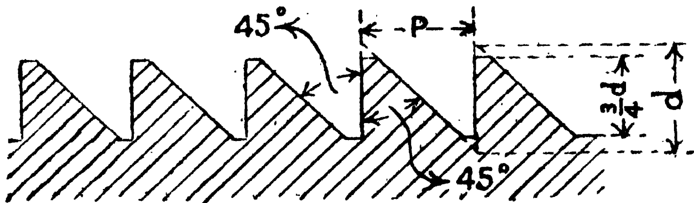
(૩) **રાઉન્ડેડ થ્રેડ એટલે ગોળાકાર આંટો**—આ આકારનો



આકૃતિ ૬૪

આંટો આકૃતિ ૬૪માં બતાવ્યો છે. લેથમાં લીડીંગ સ્ક્રુ સાથે તેની નટ તુરત ભેરવવાનું અને છુટું પાડવાનું સહેલું કરવા માટે આ આકાર ચોરસ આંટાનું માત્ર સુધારેલું સ્વરૂપ છે. તેનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) અને ટકાઉપણું ચોરસ આંટા કરતાં ઓછું છે, પણ તેનું જોર ઘણું વધારે છે, કારણ કે આંટાને તળીએ વધારાની ગોળાકાર ધાતુ (fillets) હોવાથી આંટાની જાડાઈ ઘણી વધે છે.

(૮) **બત્રેસ થ્રેડ એટલે બત્રેસ આંટા**—આગળ આપણે ખુણાવાળા 'વી' આંટા અને ચોરસ આંટાના આકારોના તફાવતને લીધે તેમનાં સંબંધી જોરો અને કાર્યસાધકત્વની સરખામણી કરી છે. જો સ્ક્રુ માત્ર એકજ દિશામાં બાજાનું સંચારણ કરવા માટે જોઈતો હોય, ત્યારે આંટો એવા આકારનો બનાવવો કે જેથી ખુણાવાળા અને ચોરસ એ બન્ને આંટાના લાભો સંયુક્ત થાય. આ બાબતમાં આંટાનું છેદચિત્ર (સેકશન) આકૃતિ ૬૫માં દેખાડ્યા જેવું બનશે; એમાં દુર કરવાનું દબાણ માત્ર આંટાની લંબ બાજુ (perpendicular side) ઉપર કાર્ય કરે છે. આવા આંટાને "બત્રેસ થ્રેડ" કહે છે, અને તે મોટા હાઇડ્રોલીક ફોરજીંગ, ફ્લેંજીંગ, અને કોટન–બેલીંગ પ્રેસોમાં ઉભા કોલમ્સ (થાંભલા)ને નીચલી બેડ પ્લેટ અને ઉપલી કેપ સાથે સજ્જડ કરવા માટે તથા મોટી તોપોને ઉપર ચઢાવવા અને નીચે ઉતારવા માટેના બ્રીચ સ્ક્રુ માટે વપરાય છે. આ આંટાનું જોર સૌથી વધુ હોય છે, તથા ઘર્ષણને લીધે થતી ખોટ સૌથી ઓછી હોય છે, અને નટને તોડી નાખવાનું વલણ ઘણુંજ ઓછું હોય છે. આ આંટાનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ચોરસ આંટા જેટલુંજ હોય છે. એનું જોર ચોરસ આંટાથી બમણું છે, કારણ કે તુટી જવાને આધિન રહેતી જાડાઇ



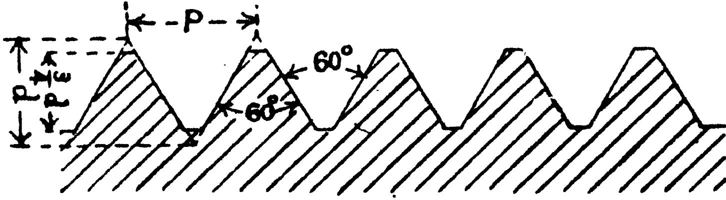
આકૃતિ ૬૫

બમણી છે. તેટલા માટે જ્યાં દબાણ એકજ દિશામાં લાગુ પાડવાનું હોય ત્યાં તે 'વી' અને ચોરસ એ બન્ને આંટાના લાભો ધરાવે છે.

બત્રેસ થ્રેડમાં આંટાની બે બાજુઓ વચ્ચેનો ખુણો ૪૫°નો છે, અને આંટાની કુલ ઉંડાઈ d પીચ જેટલી હોય છે અને તેને મથાળે

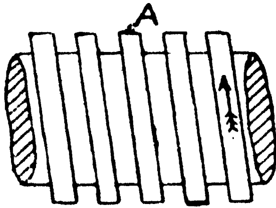
અને તળીયેથી ૧/૮ જેટલી ઘટાડી નાંખેલી હોય છે, અથવા ખરેખરી ઉંડાઈ ૩/૪ જેટલી એટલે પોણી અથવા પોણા પીચ જેટલી હોય છે.

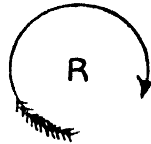
(૫) સેલર્સ થ્રેડ એટલે સેલર્સનો આંટો—આ આંટો પણ 'વી' આકારનો છે જે આકૃતિ ૬૬માં બતાવ્યો છે, અને તે અમેરીકાના



આકૃતિ ૬૬

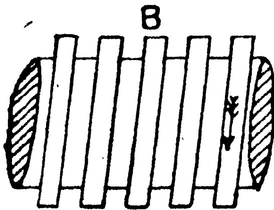
યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં વપરાય છે. તેને ફીલેડેલફીઆના મી. સેલર્સે દાખલ કર્યો હતો. આ આંટાના ખુણા અને ઉંડાઈ વ્હિટવર્થના 'વી' આકારના આંટાથી જુદાં પડે છે. આ આંટાની સામસામેની બાજુઓ વચ્ચેનો ખુણો ૬૦°નો છે, અને આંટાની ઉંડાઈ d જે પીચ જેટલી હોય છે તે મથાળેથી તથા તળીયેથી ૧/૮ ઘટાડી મથાળાં અને તળીયાં ચોરસ રાખવામાં આવે છે.

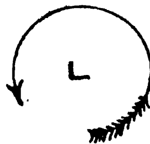




આકૃતિ ૬૭

રાઈટ હેન્ડ અને લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રુ એટલે સવળા અને અવળા આંટાના સ્ક્રુ—રાઇટ હેન્ડ સ્ક્રુ એટલે સવળા આંટાનો સ્ક્રુ જે આકૃતિ ૬૭માં A આગળ બતાવ્યો છે તે એવો છે કે નટ (ચાકી)માં દાખલ થતાં તે સવળો એટલે ઘડીઆળના





આકૃતિ ૬૮

કાંટાની ચાલની દિશામાં ફરે છે, અને લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રુ એટલે અવળા આંટાનો સ્ક્રુ જે આકૃતિ ૬૮માં B આગળ બતાવ્યો છે તે નટમાં દાખલ થતાં ઉલટો ફરે છે. સવળા આંટાના સ્ક્રુની ફરવાની દિશા આકૃતિ ૬૭માં ગોળાકાર તીર વડે દર્શાવી છે, જે ઘડીઆળના કાંટાની ચાલની દિશા છે અને તે ઉપર R અક્ષર લખ્યો છે, અને તેજ પ્રમાણે અવળા આંટાની દિશા પણ ગોળાકાર તીર વડે આકૃતિ ૬૮માં દર્શાવી છે જે સવળા આંટાથી ઉલટી છે અને તે ઉપર L અક્ષર લખ્યો છે.

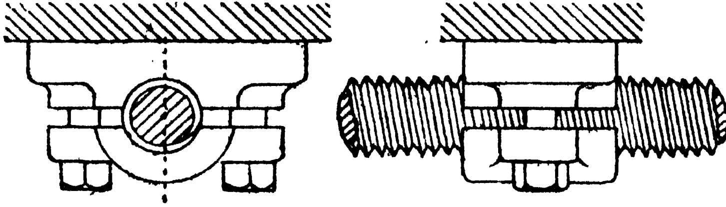
સીંગલ અને ડબલ થ્રેડેડ સ્ક્રૂ એટલે એકવડા અને બેવડા આંટાવાળા સ્ક્રુ—જે સ્ક્રુને એકવડો આંટો હોય છે તેને "સીંગલ થ્રેડેડ સ્ક્રુ" કહે છે, અને તે ઘણે ભાગે વપરાય છે. એક સ્ક્રુ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ અને એક આંટામાં તે સ્ક્રુ જેટલું અંતર આગળ ચાલે તે તેના આંટાના માત્ર પીચ ઉપર આધાર રાખે છે, પણ સ્ક્રુનું જોર તેનાં છેદચિત્ર (ક્રોસ સેક્શન)નાં ક્ષેત્રફળ ઉપર આધાર રાખે છે. હવે જો કોઈ કામ માટે નટ અથવા તો સ્ક્રુની ગતિ ઝડપી જોઈતી હોય, તો પીચ વધારવો જોઇએ; અને જો સ્ક્રુ એકવડા ચોરસ આંટાવાળો (સીંગલ સ્કેવર થ્રેડવાળો) હોય જેમાં આંટાની ઉંડાઈ અને જાડાઈ અને ગાળાની પહોળાઈ એ દરેક અર્ધા પીચ જેટલાં હોય છે, તો સ્ક્રુનું જોર ઘણે ભાગે ઘટી જશે. ધારો કે એક સ્ક્રુનો વ્યાસ $૧\frac{૧}{૪}$ ઈંચ છે, અને નટ તથા તે સાથે જોડેલા ભાગોની ગતિ સ્ક્રુના દર આંટા દીઠ $\frac{૩}{૪}$ ઈંચ જોઇતી હોય તો સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઈંચ રાખવો પડશે, માટે આંટો અને ગાળો $\frac{૩}{૮}$ ઈંચ પહોળો અને ઉંડો બનશે, તેથી આંટાનાં તળીયાં આગળનો સ્ક્રુનો વ્યાસ $૧\frac{૧}{૪} - (૨ \times \frac{૩}{૮}) = ૧\frac{૧}{૪} - \frac{૩}{૪} = \frac{૧}{૨}$ ઇંચ રહેશે. જો ગાળો સાંકડો અને છાછરો બનાવીએ, કહો કે $\frac{૩}{૧૬}$ ઇંચ પહોળો અને ઉંડો બનાવીએ તો સ્ક્રુનું જોર વધશે, પણ સ્ક્રુનાં આંટાની પહોળાઈ $\frac{૩}{૪} - \frac{૩}{૧૬} = \frac{૯}{૧૬}$ ઇંચ જેટલી થશે, અને નટમાં ગાળાની પહોળાઈ તેટલીજ ($\frac{૯}{૧૬}$ ઇંચ)

થશે, જેથી નટમાં આંટો માત્ર ૩/૧૬ ઇંચ પહોળો રહેશે, પરિણામે નટ (ચાકી)નું ટકાઉપણું ઘટી જશે. આ અડચણ દુર કરવા માટે એક બીજો ગાળો ૩/૧૬ ઇંચ પહોળો બનાવવાની જરૂર પડશે, જેથી સ્ક્રુમાંનો ૬/૧૬ ઇંચ પહોળો આંટો બે આંટામાં વિભક્ત થશે, જે દરેક આંટાની પહોળાઈ ૩/૧૬ ઇંચ થશે; નટ પણ સ્ક્રુના આંટાને મળતી આવે એમ બેવડા આંટાની બનાવવી પડશે; આવા સ્ક્રુને **"ડબલ થ્રેડેડ સ્ક્રુ"** કહે છે, અને તે વેગાએ તે સ્ક્રુના આંટાનાં તળીયાંનો વ્યાસ ૧૧/૪ − (૨ × ૩/૧૬) = ૧૧/૪ − ૩/૮ = ૭/૮ ઇંચ રહેશે, તેટલા માટે તે સ્ક્રુ બળવાન બનવા ઉપરાંત તેની યાંત્રિક કિંમત ૩/૪ ઇંચ પીચના સીંગલ થ્રેડેડ સ્ક્રુ જેનો આંટાના તળીયાં આગળનો વ્યાસ ૭/૮ ઇંચ છે તેનાં જેટલીજ રહેશે, એટલે સ્ક્રુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન)માં સ્ક્રુ અથવા નટના પીચના જેટલોજ એટલે ૩/૪ ઇંચ આગળ ચાલશે.

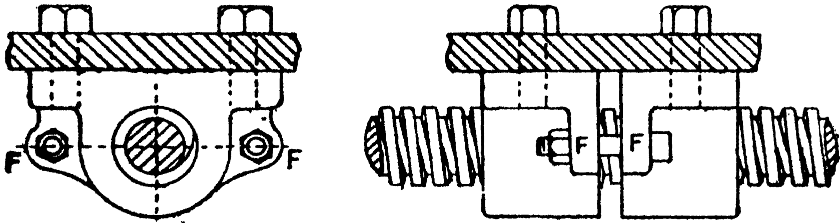
તેજ પ્રમાણે પીચને ત્રણ આંટા અને ત્રણ ગાળામાં વિભક્ત કરવામાં આવે તો, દરેક આંટા અને ગાળાની પહોળાઈ અને ઉંડાઈ પીચનાં ૧/૬ જેટલી થશે, જેથી તેનો આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ૧૧/૪ − (૨ × ૧/૮) = ૧૧/૪ − ૧/૪ = ૧ ઇંચ જેટલો રહેશે. તેટલા માટે તે સ્ક્રુ બેવડા આંટાના સ્ક્રુ કરતાં પણ વધુ બળવાન બનવા ઉપરાંત તેની યાંત્રિક કિંમત તો માત્ર પીચની ઉપરજ આધાર રાખશે એટલે તે સ્ક્રુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન)માં સ્ક્રુ અથવા નટ માત્ર પીચ જેટલાંજ એટલે ૩/૪ ઇંચ આગળ ચાલશે.

સ્ક્રુ ગીઅરીંગમાં બેકલેશ (Backlash in Screw Gearing)—જ્યારે સ્ક્રુ અને તેની નટ (ચાકી)ના આંટાઓ ઘસાઈ જાય છે ત્યારે તે નટ અને તેની સાથે જોડાયલા ભાગો ચાલવા માંડે તેની પહેલાં સ્ક્રુને આંટા (રેવોલ્યુશન)ના થોડા ભાગે ફેરવવો પડે છે. સ્ક્રુની આ ગતિ જે નટને ચલાવવામાં કામ આવતી નથી તેને **"બેકલેશ" (backlash)** કહે છે. ફ્લેંજવાળી નટને બે ભાગમાં બનાવી તે બન્ન ભાગોને સ્ક્રુની મદદ વડે એક બીજાની પાસે ખેંચી

"એકલેશ" દુર કરવામાં આવે છે. જ્યાં આગળ આંટા ખુણાવાળા "વી" આકારના હોય છે ત્યાં નટને તેના વ્યાસમાં વિભક્ત કરવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૬૯માં બતાવ્યું છે. ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુમાં આમ



આકૃતિ ૬૯



આકૃતિ ૭૦

કરવાથી ઇચ્છિત હેતુ પાર પડતો નથી. તેવી બાબતમાં નટને તેની લંબાઈની દિશામાં વિભક્ત કરવી પડે છે; અને ફ્લેંજ જેવી કાંઈક રચના રાખી બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે બન્ને ભાગોને એક બીજા પાસે ખેંચવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૭૦માં બતાવ્યું છે. એમાં નટ ઉપર F F આગળ ફ્લેજ દેખાડી છે, અને બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે બે ભાગોને એક બીજાની પાસે ખેંચી લેવામાં આવે છે જેથી કરીને જ્યારે આંટા ખવાયલા હોય ત્યારે નટના આંટા સ્ક્રુના આંટા સાથે સંબંધમાં લાવી શકાય.

લીવર અથવા વ્હીલ સાથે સંયુક્ત થયલા સ્ક્રુ વડે દુર કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનું કાર્યસાધકત્વ એટલે એફીશીઅન્સી—જો સ્ક્રુને તેની લંબાઈની દિશામાં ચાલતો અટ-

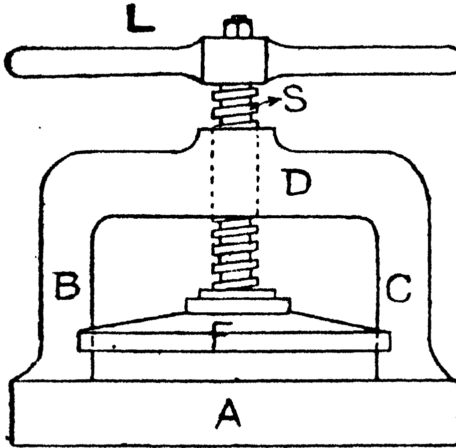
ફાવી માત્ર ગોળ ફરી શકે એમ છુટો રાખવામાં આવે તથા નટને ગોળ ફરતી અટકાવી સ્ક્રુની લંબાઈની દિશામાં ચાલવાને છુટી રાખવામાં આવે, તો સ્ક્રુને તેને છેડે બેસાડેલાં લીવર અથવા વ્હીલ વડે એક આંટો ફેરવવાથી નટ સ્ક્રુના પીચ જેટલી આગળ અથવા પાછળ ચાલશે. એથી ઉલટું જો સ્ક્રુને ગોળ ફરતો અટકાવી તેની લંબાઈની દિશામાં ચાલવાને છુટો રાખવામાં આવે અને નટને સ્ક્રુની લંબાઈની દિશામાં ચાલતી અટકાવી ગોળ ફરી શકે એમ છુટી રાખવામાં આવે, તો નટ ઉપર બેસાડેલાં અથવા તે સાથે જોડેલાં લીવર અથવા વ્હીલ વડે તે નટને એક આંટો ફેરવવાથી સ્ક્રુ તેના પીચ જેટલો આગળ ચાલશે. તેટલા માટે સ્ક્રુ મોટે ભાગે કોઈપણ આકારનાં લીવર સાથે વપરાય છે. દાખલા તરીકે એક સાધારણ નટ અથવા સ્ક્રુ એક સ્પેનર (પાનાં)ની મદદ વડે સજ્જડ અથવા ઢીલાં કરવામાં આવે છે. પ્રેસનો સ્ક્રુ એક લીવર જેનું ફલક્રમ મધ્યમાં છે તે વડે ઉપર નીચે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ કટીંગ લેથમાં લીડીંગ સ્ક્રુને અથવા પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ચલાવનાર સ્ક્રુને દાંતાનાં ચક્કરોનાં જોડાણ વડે અથવા તો પુલી વડે ફેરવવામાં આવે છે. તેજ પ્રમાણે લેથના ટુલ રેસ્ટની ટ્રેવરસીંગ (લેથ બેડની લંબાઈની દિશામાં ચાલતી) સ્લાઈડ અને સરફેસીંગ (લેથ બેડની લંબાઈને કાટખુણાની દિશામાં ચાલતી) સ્લાઈડને ચલાવનારા સ્ક્રુને લીવર–હેન્ડલ વડે ફેરવવામાં આવે છે.

લીવર ઉપર લાગુ પાડેલાં જોર અને સ્ક્રુ વડે દુર કરેલા અવરોધ વચ્ચેનું પ્રમાણ ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે મળી શકે છે જે નીચે પ્રમાણે છે:—

આપેલા વખતમાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં અવરોધ દુર કરવામાં થતું કામ.

જુદાં જુદાં કાર્યો માટે યંત્રોમાં સ્ક્રુના ઉપયોગ:—

સ્ક્રુ-પ્રેસ (Screw-press)—આકૃતિ ૭૧માં સાધારણ સ્ક્રુ-પ્રેસ બતાવ્યો છે. અતિશય દબાણ ઉત્પન્ન કરવા માટે સ્ક્રુનો ઉપયોગ સ્ક્રુ-પ્રેસમાં કરવામાં આવ્યો છે. એમાં બીડની પાયાની પ્લેટ A છે જે ઉપર બે ઉભા થાંભલાઓ B અને C રાખેલા છે, અને તે બન્ને થાંભલાને મથાળેથી એક આડા પાટા (ક્રોસ બાર) D વડે જોડેલા છે, અથવા તે બન્ને થાંભલાને ક્રોસ બાર D સાથે એકજ ટુકડે ઓતીને બનાવેલા છે. આ ઉભા



આકૃતિ ૭૧

થાંભલાઓમાં બીડ અથવા લોખંડની પ્લેટ Fનાં માર્ગ પ્રદર્શન (guidance) માટે ગાળાઓ અથવા બહાર નીકળતા ભાગો (પટીઓ) બનાવેલા હોય છે. આ પ્લેટ Fને સ્ક્રુ S વડે ઉપર નીચે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુને નીચલે છેડે બનાવેલું ગોળ માથું પ્લેટ ઉપર આપેલા તેવાજ ગાળામાં એવી રીતે ઢીલું બેસતું કરેલું હોય છે કે જેથી તે સ્ક્રુ ગોળ ફરી શકે. સ્ક્રુને અનુકુળ થાય એવી એક નટ આડા પાટા (ક્રોસ બાર) Dમાં બનાવેલી હોય છે. લીવર Lને એક છેડે ખેંચાણ અને બીજે છેડે ધક્કો આપી સ્ક્રુને ગોળ ફેરવવામાં આવે છે. આ રચના વડે પાયાની પ્લેટ A ઉપર મુકેલા કોઈ પણ પદાર્થ ઉપર પ્લેટ Fને બેહદ દબાણ સાથે દબાવી શકાશે.

ધારો કે, P = લીવરના છેડા ઉપરનું ખેંચાણ અને ધક્કો દર્શાવે છે, એટલે કુલ જોર = ૨ P છે.

r = જે વર્તુલમાં P ફરે છે તેની ત્રિજ્યા અથવા લીવરના છેડાથી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીનું અંતર.

W = દુર કરવામાં આવતો અવરોધ એટલે પાયાની પ્લેટ ઉપર મુકેલા પદાર્થ ઉપર આવતું દબાણ.

p = સ્ક્રુનો પીચ.

ત્યારે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં સ્ક્રુના દર આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ ખર્ચ કરેલી શક્તિ = $૨ P \times ૨ r \times ૩\cdot૧૪૧૬$, અને અવરોધ દુર કરવામાં થતું કામ = $W \times p$.

પણ, ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થતું કામ છે, માટે

$$૨ P \times ૨ r \times ૩\cdot૧૪૧૬ = W \times p$$

$$૪ P r \times ૩\cdot૧૪૧૬ = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૪ r \times ૩\cdot૧૪૧૬}{p}$$

દાખલો ૧—એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં હાથો ૧૪ ઇંચ લાંબો છે. સ્ક્રુને હાથાનાં મધ્યમાં બેસાડેલો છે. હાથાને દરેક છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ હોય અને એફીશીઅન્સી ૦.૩ હોય, તો પાયાની પ્લેટ ઉપર મુકેલા પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = મળતું કામ

$$૨ P \times ૨ r \times \frac{૨૨}{૭} \times E = W \times p$$

$$૨ \times ૧૫ \times ૨ \times ૭ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૩}{૧૦} = W \times \frac{૧}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૨ \times ૧૫ \times ૨ \times ૭ \times ૨૨ \times ૩ \times ૨}{૭ \times ૧૦ \times ૧} = \underline{૭૯૨ \text{ પૌંડ}}$$

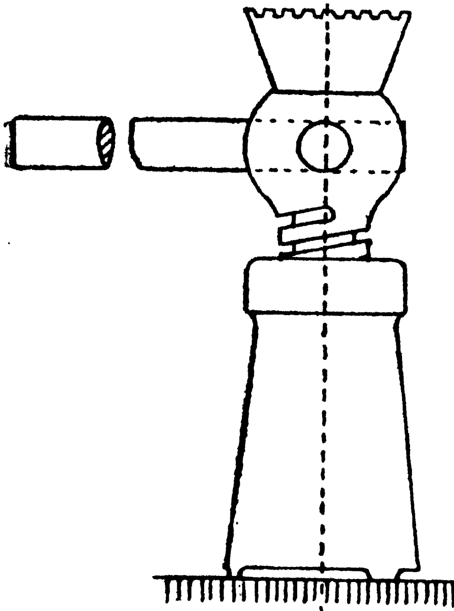
દાખલો ૨—એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે અને સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ છે. જો પદાર્થને દબાવવા માટે ૧૪૦૮ પૌંડનું દબાણ જોઈતું હોય અને સ્ક્રુ-પ્રેસની એફીશીઅન્સી .૩૫ હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

$$૨ P \times ૨ r \times \frac{૨૨}{૭} \times E = W \times p$$

$$૨ P \times ૨ \times ૮ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૩૫}{૧૦૦} = ૧૪૦૮ \times \frac{૩}{૪}$$

$$\therefore P = \frac{૧૪૦૮ \times ૩ \times ૭ \times ૧૦૦}{૨ \times ૨ \times ૮ \times ૨૨ \times ૩૫ \times ૪} = \underline{૩૦ \text{ પૌંડ.}}$$

સ્ક્રુ-જેક(Screw-Jack)—ભારે વજનો ઉપાડવામાં સ્ક્રુનો ઉપયોગ સ્ક્રુ-જેકમાં કરવામાં આવ્યો છે. પાટા ઉપરથી ઉતરી ગયલાં લોકોમોટીવ એન્જીનો અને રેલવેના ડબ્બાઓને પાટા ઉપર ફરીને મુકવા માટે, ભારે ભારવટીઆઓને ઉંચકી તેમનાં સ્થાને મુકવાને માટે, અથવા નાનાં અંતરે કોઈ પણ મોટા અવરોધ જે મજુર અને લીવરની મદદ વડે દુર કરી શકાતો ન હોય તે દુર કરવા માટે સ્ક્રુ-જેક વપરાય છે. આકૃતિ ૭૨માં બોટલ સ્ક્રુ-જેક બતાવ્યો છે. તે એક બાટલી (બોટલ bottle)ના આકારનાં મજબુત પોકળ કાસ્ટીંગનો બનેલો છે. આ કાસ્ટીંગના ઉપલા છેડામાં ધરીને સમાંતર ચોરસ આંટા કાપેલા છે. જેથી તે નટ બની રહે છે, અને આ નટમાં ગોળાકાર માથાં સાથનો એક પોલાદનો સ્ક્રુ બેસાડેલો છે. આ સ્ક્રુનાં ગોળાકાર માથાંમાં બે વેહો આરપાર એક બીજાને કાટખુણે કોરેલા હોય છે. આ વેહોમાં લોખંડનાં લીવર બારનો એક છેડો ખોસી તેને બીજે છેડે જોર લાગુ પાડી સ્ક્રુને ફેરવવામાં આવે છે, અને આ પ્રમાણે સ્ક્રુનાં માથાંને ધીમે ધીમે ઉપર ચઢાવવામાં આવે છે, જેથી તે માથાં અને જેકનાં તળીયાં વચ્ચેનું અંતર વધે છે, અને પાયો (તળીયું) સજ્જડ રીતે ટકવેલો હોવાથી સ્ક્રુના ફરવાને લીધે દાગીનો અથવા વજન W ઉંચકાય છે.



આકૃતિ ૭૨

વજનનાં સંબંધમાં આવતો સ્ક્રુનાં માથાંનો ઉપલો ભાગ જો સ્ક્રુ સાથે ફરે તો બેહદ ઘર્ષણ ઉત્પન્ન થાય. આ પ્રમાણે થતું અટકાવવા

માટે સ્ક્રુના ગોળાકાર માથાંના ઉપલા ભાગ ઉપર તે ઉપરથી બહાર નીકળતી મધ્યની પીન ઉપર એક ઢીલી કેપ (ટોપી) બેસાડેલી હોય છે, અને તે કેપની ઉપલી સપાટી ઉપર ખાંચાઓ કાપેલા હોય છે.

ધારો કે, l = લીવર ઉપર જે જગ્યાએ જોર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યાંથી તે જેકનાં મધ્ય સુધીની લીવરના હાથાની લંબાઈ ઈંચમાં.

p = સ્ક્રુનો પીચ ઈંચમાં.

P = લાગુ પાડવામાં આવતું જોર.

W = ઉપાડવાનું વજન અથવા દુર કરવાનો અવરોધ.

ત્યારે, ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે લીવરના એટલે સ્ક્રુના એક આંટા (turn)માં—

$$P \times \text{તેનું અંતર} = W \times \text{તેનું અંતર}$$

$$P \times ૨ \pi l = W \times p$$

$$\therefore P = \frac{W \times p}{૨ \pi l}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨\pi l}{p}.$$

દાખલો ૩—એક સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ છે, અને સ્ક્રુનાં મધ્યથી લીવરને છેડે જ્યાં જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે બિંદુ સુધીનું અંતર એટલે જોર Pનો લીવરેજ ૨૦ ઇંચ છે, તો આ સ્ક્રુ–જેક વડે ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

$$P \times ૨ \pi l = W \times p$$

$$P \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૨૦ = ૫ \times ૨૨૪૦ \times \frac{૩}{૪}$$

$$\therefore P = \frac{૫ \times ૨૨૪૦ \times ૩ \times ૭}{૪ \times ૨ \times ૨૨ \times ૨૦} = \underline{૬૬.૮ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૪—એક સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧ ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ ૨૧ ઇંચ છે. જો લીવરને છેડે ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ

પાડવામાં આવે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? જો જેકની એફીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times ૨ \pi l = W \times p$$

$$૩૦ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૨૧ = W \times ૧$$

$$\therefore W = \frac{૩૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૨૧}{૭ \times ૧} = \underline{૩૯૬૦ \text{ પૌંડ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$૩૦ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૨૧ \times \frac{૩૦}{૧૦૦} = W \times ૧$$

$$\therefore W = \frac{૩૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૨૧ \times ૩૦}{૭ \times ૧૦૦ \times ૧} = \underline{૧૧૮૮ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૫—એક સ્ક્રુ-જેક જેમાં સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ છે તે વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવાનું છે. જો લીવરને છેડે ૩૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરની લંબાઈ કેટલી રાખવી જોઈશે? જો જેકનું મોડયુલસ અથવા એફીશીઅન્સી ૦·૪ હોય, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં લીવરની લંબાઈ કેટલી રાખવી જોઈશે?

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times ૨ \pi l = W \times p$$

$$૩૫ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times l = ૩ \times ૨૨૪૦ \times \frac{૧}{૨}$$

$$\therefore l = \frac{૩ \times ૨૨૪૦ \times ૧ \times ૭}{૨ \times ૩૫ \times ૨ \times ૨૨} = \underline{૧૫{\cdot}૨૭ \text{ ઇંચ}}$$

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$૩૫ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times l \times \frac{૪}{૧૦} = ૩ \times ૨૨૪૦ \times \frac{૧}{૨}$$

$$\therefore l = \frac{૩ \times ૨૨૪૦ \times ૧ \times ૭ \times ૧૦}{૨ \times ૩૫ \times ૨ \times ૨૨ \times ૪} = \underline{૩૮{\cdot}૧૮ \text{ ઇંચ}}$$

સ્ક્રુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતિનાં સંચારણ વિષે—પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ગતિ આપવા માટેની એટલે ચલાવવા માટેની એક રચનામાં સ્ક્રુ અને નટનો ઉપયોગ થાય છે. આ રચનામાં

નટને પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલ સાથે તળીએ સજ્જડ કરેલી છે, અને તે નટમાં કાર્ય કરતા સ્ક્રુ ઉપર પુલીઓ બેસાડેલી છે જે વડે સ્ક્રુને સુલટી અને ઉલટી દિશામાં વારાફરતી ફેરવવામાં આવે છે. દર મીનીટે ટેબલની અમુક ચાલ મેળવવા માટે સ્ક્રુના એટલે તે ઉપર બેસાડેલી પુલીના આંટાની સંખ્યા નક્કી કરવાની રીત નીચે પ્રમાણે છેઃ–સ્ક્રુના એટલે પુલીના એક આંટામાં ટેબલ સ્ક્રુના પીચ જેટલી આગળ ચાલશે, બે આંટામાં બમણા પીચ જેટલી, અને એ પ્રમાણે આગળ ચાલશે.

હવે ધારો કે, n = દર મીનીટે સ્ક્રુના એટલે તે ઉપર સજ્જડ કરેલી પુલીના આંટાની સંખ્યા

T = દર મીનીટે પ્લેનીંગ મશીનની ચાલ ઇંચમાં

p = સ્ક્રુનો પીચ ઇંચમાં

ત્યારે, $n \times p = T$

દાખલો ૬—એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ૧½ ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. જો ટેબલને દર મીનીટે ૧૮ ફુટની ઝડપે ચલાવવાની હોય, તો સ્ક્રુને દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફેરવવો પડશે?

$n \times p$ = ટેબલની ચાલ

$n \times \frac{3}{2} = ૧૮ \times ૧૨$

$\therefore n = \frac{૧૮ \times ૧૨ \times ૨}{૩}$ = <u>૧૪૪ આંટા</u>

દાખલો ૭—એક પ્લેનીંગ મશીનમાં ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો અવરોધ સ્ક્રુનાં ઘર્ષણ સુદ્ધાં ·૫ છે; ટેબલને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ ૨½ ઇંચ છે; અને પુલીઓ ઉપર મળી શકતું પટાનું ખેંચાણ ૪૨૦ પૌંડ છે. પુલીઓનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ છે. જો કાપ લેતી વેળાએ કાપને નડતો અવરોધ ૩ ટન હોય, તો ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનું વજન કેટલું હશે તે શોધો.

પુલીના એક આંટામાં પટાનાં ખેંચાણ વડે થતું
કામ = પટાનું ખેંચાણ × પુલીનો પરિઘ.
= ૪૨૦ × ૧૫ × $\frac{૨૨}{૭}$ ઇંચ-પૌંડ.

કાપ લેતી વેળાએ ટેબલને ચલાવવા માટે નડતો કુલ અવરોધ = ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનાં વજનને લીધે તેની ગતિને નડનો અવરોધ + કાપને નડતો અવરોધ.

ધારોકે W = ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનું વજન પૌંડમાં,
ત્યારે, ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો
અવરોધ = ·૫ W
∴ કુલ અવરોધ = ·૫ W + ૩ × ૨૨૪૦
= ·૫ W + ૬૭૨૦

પુલીના એક આંટામાં કાપ લેતી વેળાએ ટેબલને ચલાવવામાં ખર્ચ થતું કામ = કુલ અવરોધ × પીચ.
= (·૫W + ૬૭૨૦) × ૨·૫ ઇંચ-પૌંડ.
∴ ૪૨૦× ૧૫ × $\frac{૨૨}{૭}$ = (·૫W + ૬૭૨૦) × ૨·૫
૧૯૮૦૦ = ૧·૨૫W + ૧૬૮૦૦
૧૯૮૦૦ − ૧૬૮૦૦ = ૧·૨૫ W
૩૦૦૦ = ૧·૨૫ W
∴ W = $\frac{૩૦૦૦}{૧·૨૫}$ = <u>૨૪૦૦ પૌંડ</u>

મશીન ટુલ્સ, જેવાં કે, લેધ, પ્લેનર, શેપર, સ્લોટર, ડ્રીલીંગ મશીન, વિગેરેમાં સ્લાઇડ ચલાવવા માટે સ્ક્રુ મોટે ભાગે વપરાય છે. ઘણીએક બાબતમાં કાપ લેતાં ઓજારને ફીડ આપવા માટે સ્ક્રુને હાથ વડે અથવા પોતાની મેળે (સેલ્ફ-એકટીંગ) ચલાવવાની યોજના પુરી પાડેલી હોય છે. સેલ્ફ-એકટીંગ ગતિ ઘણું કરીને એક લીવર અને પોલ (pawl) વડે ચલાવવામાં આવતાં રેચેત વ્હીલ (ratchet wheel)ની મદદ વડે મેળવી શકાય છે, અને લીવરની ગતિ આંટા

(રેવોલ્યુશન)ના લગભગ $\frac{૧}{૪}$ જેટલી અથવા તે કરતાં ઓછી ગોઠવી શકાય એમ હોય છે, અથવા તો પોલને ઉંચકી જોડાણમાંથી બહાર (આઉટ ઓફ ગીઅર) કરી શકાય છે. ધારોકે રેચેત વ્હીલમાં n દાંતા છે, ત્યારે જો પોલ વ્હીલને એક દાંતો ફેરવે તો તે વેળાએ સ્ક્રુ $\frac{૧}{n}$ આંટો ફરશે, જો ગતિ બે દાંતા જેટલી હશે તો સ્ક્રુ $\frac{૨}{n}$ આંટો ફરશે, અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે. જો p = સ્ક્રુનો પીચ હોય તો નટ અને તે સાથે જોડાયલા ભાગની ગતિ રેચેત વ્હીલના એક દાંતા માટે $\frac{૧}{n} \times \frac{p}{૧} = \frac{p}{n}$ જેટલી છે; બે દાંતા માટે $\frac{૨}{n} \times \frac{p}{૧} = \frac{૨p}{n}$ જેટલી છે; ત્રણ દાંતા માટે $\frac{૩}{n} \times \frac{p}{૧} = \frac{૩p}{n}$ જેટલી અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે.

વિદ્યાર્થીઓએ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે સ્ક્રુની સાથે જોડાયલા ભાગોની ગતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે સ્ક્રુની કિંમત માત્ર તેના પીચ ઉપર આધાર રાખે છે, અને નહિં કે સ્ક્રુમાંના આંટાની સંખ્યા ઉપર; દાખલા તરીકે, સાંગલ અથવા ડબલ થ્રેડેડ (એકવડા અથવા બેવડા આંટાવાળા) સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ હોય તો દરેક બાબતમાં સ્ક્રુના એક આંટા દીઠ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચની ગતિ આપશે.

દાખલો ૮—એક શેપીંગ મશીનમાં ટુલને પકડનાર માથાંને જે સ્ક્રુ ચલાવે છે તે ડબલ થ્રેડેડ છે, અને તેનો પીચ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ છે. રેચેત વ્હીલ ૩૬ દાંતાનું છે, તો (૧) સ્ક્રુના દર આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ માથાંની ચાલ શોધો, અને (૨) રેચેત વ્હીલના વખતો વખત ૧ થી ૬ દાંતા ફેરવવાથી મળતી ફીડ માટેની ગતિ શોધો.

(૧) સ્ક્રુના એક આંટામાં મળતી ચાલ $= p = \frac{૧}{૨}$ ઇંચ.

(૨) જો રેચેત વ્હીલનો એક દાંતો ફેરવવામાં આવે તો સ્ક્રુ $\frac{૧}{૩૬}$ આંટો ફરશે, તેટલા માટે રેચેત વ્હીલના એક દાંતા માટે મળતી ફીડ માટેની ગતિ $= \frac{૧}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૭૨}$ ઇંચ.

રેચેત વ્હીલના બે દાંતા માટે ગતિ = $\frac{૨}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૩૬}$ ઇંચ

ત્રણ દાંતા માટે ગતિ = $\frac{૩}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૨૪}$ ઇંચ

ચાર દાંતા માટે ગતિ = $\frac{૪}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૧૮}$ ઇંચ

પાંચ દાંતા માટે ગતિ = $\frac{૫}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૫}{૭૨}$ ઇંચ

૭ દાંતા માટે ગતિ = $\frac{૬}{૩૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૧૨}$ ઇંચ

દાખલો ૯—એક લેથમાં સરફેસીંગ સ્લાઇડને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ છે, અને તે ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો) છે. આ સ્ક્રુ ઉપર ચપટી રીમવાળું એક વ્હીલ બેસાડેલું છે, જેની રીમના પરિઘ ઉપર ૪૮ સરખા વિભાગના કાપા પાડેલા છે, તો વ્હીલને એક વિભાગ જેટલું ફેરવવાથી ઓજાર કેટલું આગળ વધશે? વળી વ્હીલને અનુક્રમે ૪, ૧૨, ૨૦, અને ૨૮ વિભાગો જેટલું ફેરવવાથી ઓજારને મળતી ગતિઓ શોધો.

વ્હીલ ઉપર ૪૮ સરખા વિભાગ પાડેલા છે, માટે એક વિભાગ એટલે કાપો ફેરવવાથી વ્હીલ $\frac{૧}{૪૮}$ આંટો ફરશે, અને આ વ્હીલ સરફેસીંગ સ્લાઇડને ચલાવનારા સ્ક્રુ ઉપર સજ્જડ કરેલું હોવાથી વ્હીલને એક કાપો ફેરવવાથી સ્ક્રુ પણ $\frac{૧}{૪૮}$ આંટો ફરશે.

સ્ક્રુના એક આંટામાં સ્લાઇડ એટલે ઓજાર સ્ક્રુના પીચ જેટલું આગળ ચાલશે, માટે વ્હીલને એક વિભાગ એટલે કાપો ફેરવવાથી સ્લાઇડ એટલે ઓજારની ગતિ = $\frac{૧}{૪૮} \times \frac{૩}{૪} = \frac{૧}{૬૪}$ ઇંચ

વ્હીલના ચાર કાપા માટે ઓજારની ગતિ = $\frac{૪}{૪૮} \times \frac{૩}{૪} = \frac{૧}{૧૬}$ ઇંચ

વ્હીલના બાર કાપા માટે ઓજારની ગતિ = $\frac{૧૨}{૪૮} \times \frac{૩}{૪} = \frac{૩}{૧૬}$ ઇંચ

વ્હીલના વીસ કાપા માટે ઓજારની ગતિ = $\frac{૨૦}{૪૮} \times \frac{૩}{૪} = \frac{૫}{૧૬}$ ઇંચ

વ્હીલના ૨૮ કાપા માટે ઓજારની ગતિ = $\frac{૨૮}{૪૮} \times \frac{૩}{૪} = \frac{૭}{૧૬}$ ઇંચ

દાખલો ૧૦—છેલ્લા દાખલામાં ઓજારની ફીડ $\frac{૧}{૮}$ ઇંચ મેળવવા માટે વ્હીલને કેટલા કાપા ફેરવવા જોઈશે?

ફીડ ફીડ કાપા

$\frac{3}{4}''$: $\frac{3}{8}''$: : ૪૮

$$\text{કાપા} = \frac{3 \times 48 \times 4}{8 \times 3} = \underline{\text{૨૪ કાપા}}$$

દાખલો ૧૧—ગીઅર વ્હીલોના દાંતા કાપવાનાં એક ગીઅર વ્હીલ કટીંગ મશીનમાં ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચ પીચના દાંતાવાળો રેક કાપવાનો છે. રેકને ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળા) $\frac{1}{2}$ ઇંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવતી સ્લાઇડિ ઉપર સજ્જડ કરેલો છે, તો રેકને જોઇતો પીચ આપવા માટે સ્ક્રુને કેટલા આંટા (રેવોલ્યુશન) ફેરવવા પડશે ?

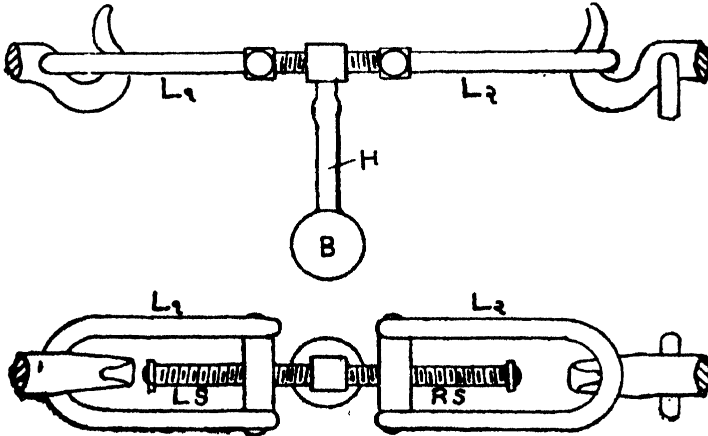
સ્લાઇડિના સ્ક્રુનો પીચ $\frac{1}{2}$ ઈંચ છે, માટે સ્ક્રુના એક આંટામાં સ્લાઈડ સાથે રેક $\frac{1}{2}$ ઇંચ જેટલો આગળ ચાલશે, પણ એકી વેળાએ ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચ જેટલો ખસેડવાની જરૂર છે, માટે

આંટો

$\frac{1}{2}''$: ૧$\frac{1}{4}''$: : ૧

$$\text{આંટા} = \frac{5}{4} \times \frac{2}{1} = \frac{5}{2} = \underline{\text{૨.૫ આંટા}}$$

રાઈટ હેન્ડ (સવળા) અને લેફ્ટ હેન્ડ (અવળા) આંટાવાળા સ્ક્રુના ઉપયોગનો ઘણો સારો વ્યવહારિક દાખલો **રેલવેના**



આકૃતિ ૭૩

ડબ્બાઓને જોડનારી સ્ક્રુ-કપ્લીંગ છે. આકૃતિ ૭૩માં આ કપ્લીં
બતાવી છે, જે ઉપરથી એની બનાવટ સમજાશે. એમાં બે લી
L_1 અને L_2 આપેલી છે, જેમાંની એક લીંક L_2માં રાઈટ હે
સ્ક્રુ માટેની નટ અને બીજી લીંક L_1માં લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રુ માટેની ન
બનાવેલી હોય છે. એક સળીયાને એક છેડે રાઈટ-હેન્ડ થ્રેડ (સવળ
આંટા)નો સ્ક્રુ RS અને બીજે છેડે લેફ્ટ-હેન્ડ થ્રેડ (અવળા આંટા)
સ્ક્રુ LS બનાવેલો છે, જે સ્ક્રુઓ લીંકમાં આપેલી પો
પોતાની નટમાં કાર્ય કરે છે. આ સ્ક્રુનાં મધ્ય સાથે એક લીવર H
જોડેલું છે જે વડે રાઈટ હેન્ડ (સવળા આંટાના) અને લેફ્ટ હે
(અવળા આંટાના) સ્ક્રુને એકી વેળાએ ફેરવવામાં આવે છે, જેથ
બન્ને લીંકો અકેકની નજદીક આવે છે અથવા અકેકથી દુર જાય છે
લીવરને ફેરવવાનું સુગમ પડે માટે તેને છેડે ગોળ દડાના જેવા આકાર
માથું B બનાવેલું હોય છે. જ્યારે બે ડબ્બાઓને અકેકની સાં
જોડવામાં આવે છે ત્યારે એક ડબ્બાના હુક ઉપરથી લટકતી સ
સાથની લીંકને બીજા ડબ્બાના હુક ઉપર ભેરવવામાં આવે છે. ત્યાર
પછી પોર્ટર મધ્યમાં આપેલાં લીવર Hને ફેરવે છે, જેથી રાઈટ-હેન
અને લેફ્ટ-હેન્ડ સ્ક્રુ એકી વેળાએ લીંકોમાં આપેલી પોતપોતાની નટમ
ફરે છે, પરિણામે લીંકો સાથે બન્ને ડબ્બાના હુકો અકેકની નજદી
ખેંચાય છે, અને ડબ્બાઓને અકેકની સાથે સજ્જડ રીતે પકડે છે.

દાખલો ૧૨—આગગાડીના ડબ્બાઓ જોડનારી કપ્લીંગમાં રાઈટ-
હેન્ડ અને લેફ્ટ-હેન્ડ સ્ક્રુનો પીચ $\frac{1}{2}$ ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ
૧૪ ઇંચ છે. જો પોર્ટર લીવરને છેડે બનાવેલા દડા (બોલ ball)
ઉપર ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી તે લીવરને ફેરવે, અને આ રચનાનુ
કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૦.૩૫ હોય, તો ડબ્બાઓ એક બીજા તરફ
કેટલાં જોરથી ખેંચાઈ આવશે ?

લીવરના એક ચક્કર એટલે આંટામાં દરેક ડબ્બો સ્ક્રુના પીચ
જેટલો અકેકની નજદીક ખેંચાઈ આવશે.

∴ લીવરના એક આંટા (turn)માં ડબ્બાનાં વજન વડે પસાર થતું અંતર = ૨ × પીચ = ૨ × $\frac{૧}{૨}$ = ૧ ઇંચ છે.

કામના નિયમ પ્રમાણે લીવરના એટલે સ્ક્રુના એક આંટામાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થતું કામ

$$P \times ૨ \pi l \times E = W \times ૨ p$$

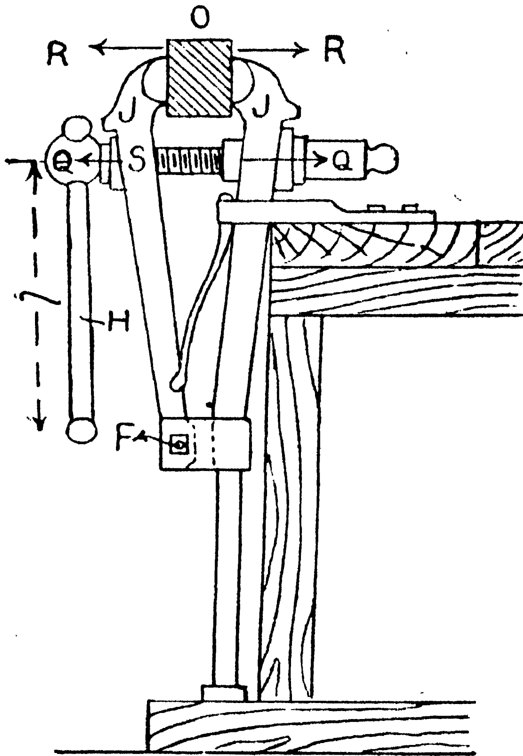
$$૪૦ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૪ \times \frac{૩૫}{૧૦૦} = W \times ૨ \times \frac{૧}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૪૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૧૪ \times ૩૫ \times ૨}{૭ \times ૧૦૦ \times ૨ \times ૧} = \underline{૧૨૩૨ \text{ પૌંડ}}$$

સ્ક્રુ બેંચ વાઇસ (Screw Bench Vice)—કોઈ પણ દાગીના ઉપર છીણી, કાનસ, કરવત, વિગેરે વડે કામ કરવાનું હોય છે ત્યારે તે દાગીનાને મજબુત પકડવા માટે "વાઇસ" વપરાય છે. એન્જીનીયરીંગ વર્કશોપમાં જોડકામ (ફીટીંગ) ખાતામાં વપરાતી વાઇસ બે જાતની હોય છે, જેવીકે, **સ્ટેપલ વાઇસ (Staple Vice)** અને **પેરેલેલ વાઇસ (Parallel Vice)**. સ્ટેપલ વાઇસ જેને **"લેગ વાઇસ"** અથવા **"સોલીડ બોકસ વાઇસ"** પણ કહે છે તેમાં ખસી શકે એવું (મુવએબલ) જડબું વાઇસના પગનાં મધ્યની નજદીક આવેલાં મીજાગરાં આસપાસ ત્રિજ્યાની દિશામાં કાર્ય કરે છે, જેથી આ વાઇસમાં બે જડબાંઓની દાગીનાને પકડનારી સપાટી એક બીજીને સમાંતર આવતી નથી. પેરેલેલ વાઇસનું ખસી શકે એવું જડબું સીધી આડી દિશામાં કાર્ય કરતું હોવાથી તેનાં બન્ને જડબાંઓની દાગીનાને પકડનારી સપાટી એક બીજીને સમાંતર રહે છે.

આકૃતિ ૭૪માં **સ્ટેપલ વાઇસ** અથવા **લેગ વાઇસ** બતાવી છે. આ વાઇસ બે લીવર, એક ચોરસ આંટાનાં સ્ક્રુ અને નટની બનેલી છે. સ્ક્રુને એક છેડે ગોળ માથું બનાવી તેમાં વેહ પાડેલો છે જે વેહમાં લીવર–હેન્ડલ (હાથો) ખોસેલો છે. પકડવાના દાગીના O ને બે જડબાં JJ વચ્ચે મુકવામાં આવે છે. હાથા (લીવર–હેન્ડલ) Hને ફેરવવાથી સ્ક્રુ તેની લાંબી નટની અંદર ઘુસે છે, તેથી તે સ્ક્રુનાં

આથાં આગળની ફ્લેંજની મદદ વડે બહારનાં ખસી શકે એવાં(મુવએબલ) જડબાં ને દાગીના ઉપર આગળ દબાવે છે. આ જડબું એક લીવર છે જેનું ફ્લક્રમ મીજાગરાં F આગળ છે, તેટલા માટે દાગીના O



આકૃતિ ૭૪

ઉપર આવતું દબાણ સ્ક્રુની ફ્લેંજ અથવા કોલર ઉપર આવતાં દબાણ કરતાં ઓછું છે, અને તે SF : OFનાં પ્રમાણમાં છે. સ્થાઈ (fixed) અને ખસી શકે એવાં (moveable) જડબાંઓ વચ્ચે આપેલી એક વાળેલી ચપટી સ્પ્રીંગ આપેલી છે જે જ્યારે સ્ક્રુને ઉલટો ફેરવવામાં આવે ત્યારે ખસી શકે એવાં જડબાંને સ્થાઈ જડબાંથી દુર પોતાની મેળે હડસેલે છે, અને આ પ્રમાણે હાથ વડે આ જડબાંને ખેંચ્યા વિના દાગીનાને પકડમાંથી છુટો કરી શકાય છે. એક ઉભા ટેકવનારા પગ વડે સ્થાઈ જડબાંને જમીન સુધી લંબાવેલું હોય છે.

ધારો કે, P = લીવર–હેન્ડલને છેડે લાગુ પાડેલું જોર.

Q = સ્ક્રુની ફ્લેંજ ઉપર S આગળ સ્ક્રુ વડે આપવામાં આવતું દબાણ.

R = દાગીના O આગળ પકડવાનું જોર.

l = હાથા Hની લંબાઈ.

p = સ્ક્રુના પીચ.

ત્યારે હાથા Hના એક આંટા (turn)માં

P વડે થતું કામ = $P \times 2 \pi l$, અને તેટલાજ વખતમાં Q ઉપર થતું કામ = $Q \times p$.

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times 2 \pi l = Q \times p$$

$$\therefore Q = \frac{P \times 2 \pi l}{p}$$

પણ મોમેન્ટ (લીવર)ના નિયમ પ્રમાણે—

$$R \times FO = Q \times FS$$

$$\therefore R = \frac{Q \times FS}{FO}$$

Qની કિંમત મુકતાં—

$$R = \frac{P \times 2 \pi l \times FS}{FO}$$

દાખલો ૧૩—એક સ્ટેપ્લ વાઇસમાં ૧૫ ઈંચ લાંબા હાથા (લીવર–હેન્ડલ)ને છેડે એક માણસ ૧૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી એક દાગીનાને તેનાં જડબાં વચ્ચે મજબુત પકડે છે. સ્ક્રુને દર ઈંચે ૫ આંટા છે. વાઇસને નીચલે ભાગે આપેલાં મીજાગરાં (હીંજ hinge)થી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીની લંબાઈ ૧૪ ઈંચ છે અને મીજાગરાંથી જડબાં સુધીની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે, તો તે દાગીનો જડબાં વચ્ચે કેટલાં જોરથી પકડાયો હશે તે શોધો.

કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times 2 \pi l = Q \times p$$

$$12 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 15 = Q \times \frac{1}{5}$$

$$\therefore Q = \frac{12 \times 2 \times 22 \times 15 \times 5}{7} = \frac{39600}{7} \text{ પૌંડ}$$

પણ મોમેન્ટના નિયમ પ્રમાણે—

$$R \times FO = Q \times FS$$

$$R \times ૧૮ = \frac{૩૯૬૦૦}{૭} \times ૧૪$$

$$\therefore R = \frac{૩૯૬૦૦ \times ૧૪}{૭ \times ૧૮} = \underline{૪૪૦૦ \text{ પૌંડ}}$$

એન્ડલેસ સ્ક્રુ (Endless Screw) અથવા વર્મ (Worm) અને વર્મ વ્હીલ (Worm Wheel)—જો એક સાધારણ સ્ક્રુ જેના આંટાનું છેદચિત્ર (સેકશન) સ્પર વ્હીલના દાંતાના આકારને મળતું આવતું હોય અને તેને એક વ્હીલ જેની રીમ ઉપરના દાંતા સ્ક્રુના આંટાના ઢાળના ખુણા જેટલા ઢળતા હોય તે સાથે ગીઅર કરવામાં આવે અને સ્ક્રુને આગળ ખસતો અટકાવી માત્ર ગોળ ફરતો રાખવામાં આવે, તો વ્હીલ પણ ફરશે, પરંતુ તેની ગતિ ધીમી થશે. આવી વ્યવસ્થામાં સ્ક્રુને વર્મ અથવા એન્ડલેસ (અનંત) સ્ક્રુ કહે છે (કારણકે જ્યાંસુધી વર્મ ફરતો રહે છે ત્યાં સુધી વ્હીલ ઉપર સ્ક્રુના આંટાનું કાર્ય ચાલુ રહે છે), અને વ્હીલને વર્મ વ્હીલ કહે છે. જે પ્રમાણે એક નટમાંના આંટા તેમાં બેસતા સ્ક્રુના આંટાને મળતા હોય છે તેજ પ્રમાણે વર્મ વ્હીલના દાંતાનો આકાર વર્મના આંટાને મળતો સર્પાકાર હોવો જોઈએ. વાસ્તવિક રીતે કહીએ તો વર્મ વ્હીલ એ વર્મ અથવા સ્ક્રુ માટેની નટ (ચાકી) છે; વર્મ વ્હીલના દાંતાના ઢાળમાં આ જણાઈ આવે છે, કારણકે જો વર્મ સવળા આંટાનો (રાઇટ હેન્ડેડ) હશે, તો વર્મ વ્હીલના દાંતા અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટાની દિશામાં ઢળતા હશે.

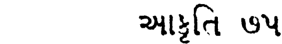
વર્મ અને વર્મ વ્હીલની મદદ વડે એક શાફ્ટ ઉપરથી તેને કાટખુણે આવતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરી શકાય છે, જો બન્ને શાફ્ટની મધ્ય રેખા (સેન્ટર લાઇન) એક બીજીને છેદે નહી એમ હોવી જોઈએ અને તેની મદદ વડે ઘણું મોટું ગતિનું પ્રમાણ (વેલોસીટી રેશ્યો) મળી શકે છે.

આ પ્રમાણે જો વર્મને એક આંટો હોય એટલે વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) હોય, અને વર્મ વ્હીલને n દાંતા હોય, તો વર્મ ।। દરેક આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ વ્હીલનો એક દાંતો ફરશે, અથવા તો વ્હીલ $\frac{૧}{n}$ આંટો ફરશે, તેટલા માટે વર્મ વ્હીલને એક આંટો (રેવોલ્યુશન) ફેરવવા માટે વર્મને n આંટા ફરવા જોઈશે. જો વર્મ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ) હશે તો તેના દરેક આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ વ્હીલના બે દાંતા ફરશે, એટલે વર્મ વ્હીલ $\frac{૨}{n}$ આંટા ફરશે, તેટલા માટે વર્મ વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે વર્મને $\frac{n}{૨}$ આંટા ફરવા જોઈશે. જો વર્મ ત્રેવડા આંટાવાળો (ત્રિબલ થ્રેડેડ) હશે, તો તેના દરેક આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ વ્હીલના ત્રણ દાંતા ફરશે, એટલે વર્મ વ્હીલ $\frac{૩}{n}$ આંટા ફરશે, તેટલા માટે વર્મ વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે વર્મને $\frac{n}{૩}$ આંટા ફરવા જોઇશે.

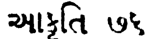
દાખલા તરીકે, ધારોકે વર્મ વ્હીલને n = ૩૦ દાંતા છે, ત્યારે વર્મ વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે એકવડા આંટાવાળા એટલે સીંગલ થ્રેડેડ વર્મને ૩૦ વખત ફેરવવો પડશે. બેવડા આંટાવાળા એટલે ડબલ થ્રેડેડ વર્મને વર્મ વ્હીલના એક આંટા માટે $\frac{૩૦}{૨}$ = ૧૫ વખત ફેરવવો પડશે. તેજ પ્રમાણે ત્રેવડા આંટાવાળા એટલે ત્રિબલ થ્રેડેડ વર્મને વર્મ વ્હીલના એક આંટા માટે $\frac{૩૦}{૩}$ = ૧૦ વખત ફેરવવો પડશે. એ ઉપરથી માલમ પડશે કે વર્મ વ્હીલના દાંતાની સંખ્યા n ને વર્મમાંના આંટાની સંખ્યા વડે ભાગવાથી વર્મ વ્હીલના એક આંટા (રેવોલ્યુશન) માટે વર્મને ફરવા જોઈતા આંટાની સંખ્યા મળશે.

આકૃતિ ૭૫માં વર્મ વ્હીલના બે આકારનાં છેદચિત્ર (સેકશન) બતાવ્યાં છે. પહેલી આકૃતિમાં વર્મ વ્હીલની રીમને અને દાંતાઓ

વચ્ચેના ગાળાનાં તળીયાંને વર્મની ત્રિજ્યાને મળતી આવતી ત્રિજ્યાએ અંતર ગોળ બનાવેલાં છે. બીજી આકૃતિમાં સાધારણ સ્પર વ્હીલની માફક વર્મ વ્હીલની રીમ સીધી છે. દાંતાઓનં રીમ ઉપર વર્મના વ્યાસ અને પીચ ઉપર આધાર રાખી ઢળતા ગોઠવેલા છે. આ બે નમુના પૈકી પહેલો નમુનો ઉત્તમ છે, કારણકે લાગમાં આવતી સપાટી મોટી છે; પણ બીજો આકાર બનાવવાને સહેલ છે.


આકૃતિ ૭૫

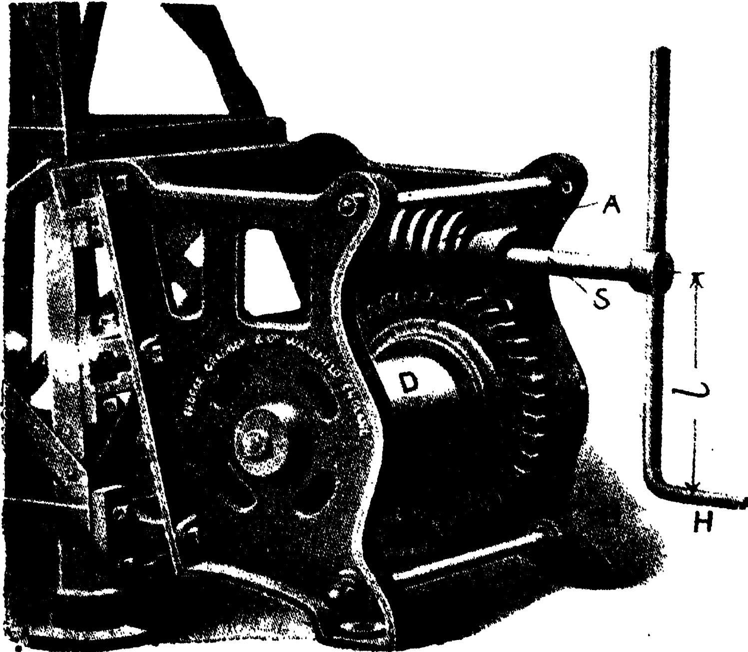
આપેલા વર્મ માટે વર્મ વ્હીલના દાંતાનો સુગમ પડતો ખુણો જે પીચ લાઈન આગળ તેની રીમની બાજુઓ સાથે કરવો જોઇશે તે શોધવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:—


આકૃતિ ૭૬

આકૃતિ ૭૬ માં દેખાડયા પ્રમાણે વર્મની પીચ લાઈનના પરિઘ જેટલી લાંબી એક લીટી AB દોરો; જે લીટી વર્મ વ્હીલની ધારોને કાટખુણે આવવી જોઇએ. આ લીટી ઉપર એક લંબ લીટી (perpendicular) BC પીચ જેટલી લાંબી દોરો; A અને C જોડો; ત્યારે પીચ લાઇન આગળ દાંતાની ધારો માટેનો ખુણો લીટી AC આપશે, પછી ગમે તો વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એક-વડા આંટાવાળો), ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો), અથવા ગમે એટલા આંટાવાળો હોય. જો વર્મ લેફ્ટ હેન્ડેડ (અવળા આંટાનો) હોય તો BC લીટી AB લીટીની ઉપર દોરવી, અને જો વર્મ રાઈટ હેન્ડેડ (સવળા આંટાનો) હોય તો નીચે દોરવી.

આ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે સીંગલ થ્રેડેડ વર્મ માટેનાં વર્મ વ્હીલનો પીચ વર્મના જેટલોજ હોવો જોઈએ. જ્યાં ડબલ થ્રેડેડ વર્મ વપરાય ત્યાં વર્મ વ્હીલનો પીચ માત્ર અર્ધો રાખવો, અને ત્રેબલ થ્રેડેડ વર્મ વપરાય તો વર્મના પીચ કરતાં વ્હીલના દાંતાનો પીચ ⅓ રાખવો.

વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની વિંચ અથવા ક્રેબ (Worm and Worm-wheel geared Winch or Crab)—આકૃતિ ૭૭માં વજનો ઉપાડવા માટેના વિંચ અથવા ક્રેબ સાથે રાઈટ હેન્ડેડ (સવળા આંટાના) વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરેલો બતાવ્યો છે. એમાં જોર P લીવર–હેન્ડલ H ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ લીવર–હેન્ડલને શાફ્ટ S જે ઉપર વર્મ Aને ચાવી મારી સજ્જડ બેસાડેલું છે તે ઉપર સજ્જડ



આકૃતિ ૭૭

કરેલું છે. વર્મ A સાથે વર્મ વ્હીલ B ગીઅર થાય છે, અને જે શાફ્ટ ઉપર વર્મ વ્હીલ B ચાવી વડે સજ્જડ કરેલું છે તેજ શાફ્ટ ઉપર બેરલ D બેસાડેલું છે.

યાંત્રિક લાભ એટલે મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ નીચે પ્રમાણે શોધી શકાયઃ—

ધારોકે, l = લીવર–હેન્ડલ Hની લંબાઈ ઇંચમાં.

n = વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા.

r = બેરલ અથવા ડ્રમ Dની ત્રિજ્યા.

જો વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) હોય તો બેરલના એક આંટા માટે હેન્ડલ H ને n આંટા કરવા પડશે, અને તેટલા માટે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times २ \pi l \times n = W \times २ \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{२ \pi l n}{२ \pi r} = \frac{l n}{r}$$

આ પરિણામ વ્યવહારમાં મળતા યાંત્રિક લાભ કરતાં ઘણું વધારે છે, કારણ કે વર્મ અને વર્મ વ્હીલનું કાર્યસાધકત્વ ઘણું ઓછું હોય છે, અને વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના ક્રેબના દાખલામાં તે ·૨૫થી ·૩ જેટલું લેવામાં આવે છે. વર્મ અને વર્મ વ્હીલનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ઘણું કરીને આંટાના ખુણા ઉપર આધાર રાખે છે અને તે લગભગ ·૨થી ·૬ સુધી ફેરફાર થાય છે.

જો E = કાર્યસાધકત્વ એટલે એફીશીઅન્સી હોય તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times २ \pi l n \times E = W \times २ \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{२ \pi l n \times E}{२ \pi r} = \frac{l n \times E}{r}$$

જો વર્મને N આંટા હોય તો

$$P \times २ \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times २ \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{२ \pi l n \times E}{N \times २ \pi r} = \frac{l n \times E}{N r}$$

જો વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ હોય તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ગતિનું

$$\text{પ્રમાણ} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}} = \frac{૨\pi l n}{૨\pi r} = \frac{l n}{r},$$

અને જો વર્મને N આંટા હોય તો

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}} = \frac{l n}{N r}.$$

જ્યારે દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ આપવામાં આવ્યો હોય, ત્યારે બેરલની ત્રિજ્યા r માં દોરડાંનો અર્ધ વ્યાસ ઉમેરવો, જેથી Wનો લીવરેજ $r + \frac{d}{૨}$ થાય છે, એમાં d = દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ છે.

આ ઉપરથી જણાશે કે સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાનો) વર્મ વ્યવહારિક રીતે એક દાંતાનાં પીનીઅનને મળતો છે; ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાનો) વર્મ બે દાંતાનાં પીનીઅનને, ત્રેબલ થ્રેડેડ (ત્રેવડા આંટાનો) વર્મ ત્રણ દાંતાનાં પીનીઅનને, અને એ પ્રમાણે, મળતો છે; તેથી ક્રેબના દાખલામાં જ્યારે વર્મ અને વર્મ વ્હીલ વપરાયાં હોય ત્યારે અગાઉ જે રીતે સ્પર વ્હીલવાળા ક્રેબના દાખલા ગણ્યા તેજ પ્રમાણે ગણી શકાશે.

દાખલો ૧૪—એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલવાળા ક્રેબમાં વર્મ વ્હીલને ૬૦ દાંતા છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે. વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) છે, અને ક્રેબનું કાર્યસાધકત્વ એટલે એફીશીઅન્સી ·૨૫ છે, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; (૨) Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; (૩) જો P ૨૦ પૌંડ હોય તો W કેટલો; અને (૪) જો W ૨ ટન હોય તો P કેટલો તે શોધો.

$$(૧)\ P \times ૨\pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times ૨\pi r$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{l \times n \times E}{N \times r}$$

$$= \frac{૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫}{૧ \times ૫ \times ૧૦૦} = ૫૪$$

$$\therefore P : W :: \underline{૧ : ૫૪}$$

(૨) P × Pની ગતિ × E = W × Wની ગતિ

૧ × Pની ગતિ × $\frac{૨૫}{૧૦૦}$ = ૫૪ × Wની ગતિ

જો, Wની ગતિ = ૧ લઈએ, તો

૧ × Pની ગતિ × $\frac{૨૫}{૧૦૦}$ = ૫૪ × ૧

$\therefore$ Pની ગતિ = $\frac{૫૪ \times ૧ \times ૧૦૦}{૨૫}$

= ૨૧૬

$\therefore$ Pની ગતિ : W ગતિ : : ૨૧૬ : ૧

(૩) ૨૦ × ૨ π × ૧૮ × $\frac{૬૦}{૧}$ × $\frac{૨૫}{૧૦૦}$ = W × ૨ π × ૫

$\therefore$ W = $\frac{૨૦ \times ૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫}{૧ \times ૧૦૦ \times ૫}$ = ૧૦૮૦ પૌંડ

(૪) P × ૨ π × ૧૮ × $\frac{૬૦}{૧}$ × $\frac{૨૫}{૧૦૦}$ = ૨ × ૨૨૪૦ × ૨ π × ૫

$\therefore$ P = $\frac{૨ \times ૨૨૪૦ \times ૫ \times ૧ \times ૧૦૦}{૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫}$ = ૮૨.૯૬ પૌંડ

દાખલો ૧૫—એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલવાળા ક્રેબમાં વર્મ વ્હીલને ૮૦ દાંતા છે, વર્મ ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો) છે, હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે, અને બેરલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. જો ક્રેબનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) .૨૫ હોય, તો ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો.

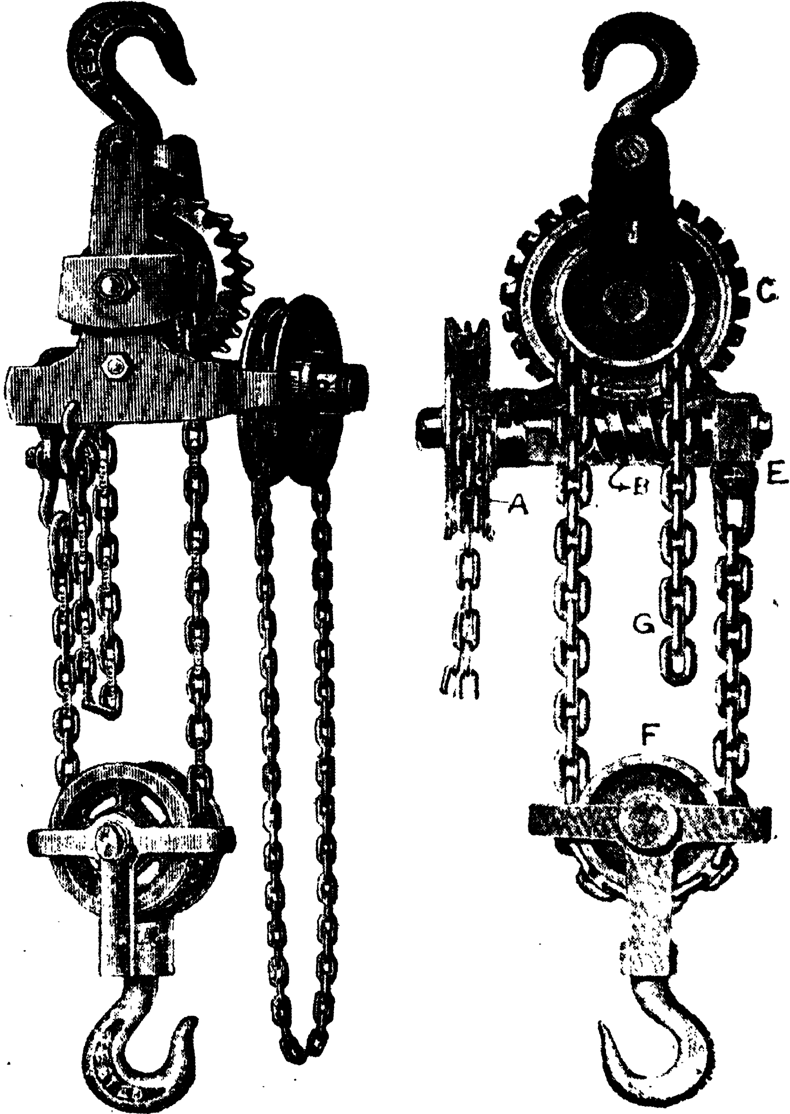
P × ૨ π l × $\frac{n}{N}$ × E = W × ૨ π r

P × ૧૬ × $\frac{૮૦}{૨}$ × $\frac{૨૫}{૧૦૦}$ = ૩ × ૨૨૪૦ × ૪

$\therefore$ P = $\frac{૩ \times ૨૨૪૦ \times ૪ \times ૨ \times ૧૦૦}{૧૬ \times ૮૦ \times ૨૫}$ = ૧૬૮ પૌંડ

વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક ટેકલ—ઉપાડેલું વજન નીચે સરી આવવાની ધાસ્તી વિના વજનો ઉપાડવા માટે જેમ વેસ્તન્સ ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી-બ્લોક વપરાય છે તેવાંજ કામ માટેના પુલી-બ્લોકના સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો વ્યવહારિક ઉપયોગ આકૃતિ ૭૮માં બતાવ્યો છે. એમાં વર્મ Bની ધરી (સ્પીન્ડલ)

ઉપર એક ચેન-વ્હીલ A (chain-wheel) ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે જે વ્હીલ ઉપરથી એક પાતળી અનંત (endless) સાંકળ



આકૃતિ ૭૮

પસાર થાય છે. વર્મ સાથે ગીઅર થતાં વર્મ વ્હીલ Cને એક બીજી ચેન–પુલી અથવા ડ્રમ સાથે સજ્જડ કરેલું છે અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલું છે. એક બીજી જાડી વજન ઉપાડવા માટેની સાંકળના એક છેડાને ઉપલા બ્લોકની ફ્રેમ સાથે E આગળ પીન વડે સજ્જડ બાંધી તેને સ્નેચ બ્લોક Fની નીચેથી પસાર કરવામાં આવે છે, અને ત્યાર પછી તેને ચેન–પુલી D ઉપરથી પસાર કરી તેનો છુટો છેડો G આગળ લટકતો રહે છે. ચેન–પુલી Dની રીમ એવા આકારની બનાવેલી છે કે જેથી તે ઉપરથી સાંકળ સરી જવા વિના તેના અંકોડા તે ચેન–પુલી ઉપર બેસી શકે. આ ટેકલને પણ આગળ વર્ણવેલી ક્રેબનો નિયમ લાગુ પડે છે. વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલાં ચેન–વ્હીલ A ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર જોર P લાગુ પાડી તે સાંકળને ખેંચવાથી વર્મ ફરે છે, પરિણામે વર્મ વ્હીલ અને તે સાથે જોડેલી અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલી ચેન-પુલી અથવા ડ્રમ ધીમી ઝડપે ફરે છે, અને તે સાથે વજન ઉપાડનારી સાંકળ ફરે છે, જેથી વજન ધીમે ધીમે ઉપર ચઢે છે. આ રચનામાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ અને સ્નેચ બ્લોક વડે મળતો યાંત્રિક લાભ એ બન્ને મળે છે.

ધારોકે, P = પાતળી સાંકળને ખેંચવા માટે તે ઉપર લાગુ પાડવામાં આવતું જોર પૌંડમાં.

W = સ્નેચ બ્લોકના હુક ઉપરથી લટકાવેલું વજન પૌંડમાં.

R = વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં ડ્રાઈવીંગ ચેન–વ્હીલ Aની ત્રિજ્યા ઇંચમાં.

r = વર્મ વ્હીલ સાથે સજ્જડ કરેલી ડ્રીવન ચેન-પુલી અથવા ડ્રમની ત્રિજ્યા ઇંચમાં.

N = વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા.

ત્યારે, કામના નિયમ પ્રમાણે વર્મ વ્હીલ સાથે સજ્જડ કરેલી અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલી ચેન–પુલીના એક આંટામાં Pની

ગતિ = $૨\pi RN$, અને તેટલાજ વખતમાં Wની ગતિ = $\frac{૨\pi r}{૨}$, કારણ કે W બે દોરડાં વડે ટેકવાયલો છે.

$$\therefore P \times ૨\pi RN = W \times \frac{૨\pi r}{૨}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨RN}{r}$$

ઉપર આપેલું પરિણામ વ્યવહારમાં મળતા યાંત્રિક લાભ કરતાં ઘણું વધારે છે, કારણકે ઘર્ષણ અને સાંકળનાં તથા સ્નેચ બ્લોકનાં વજનને લીધે આ લીફ્ટીંગ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ·૨૫ હોય છે. જો E = એફીશીઅન્સી હોય તો

$$P \times ૨\pi RN \times E = W \times \frac{૨\pi r}{૨}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨RNE}{r}$$

દાખલો ૧૬—એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ડ્રાઇવીંગ ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ છે, વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા ૩૦ છે, અને તે સાથે જોડેલી ડ્રીવન ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે, તો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં વર્મ શાફ્ટ ઉપરની ડ્રાઇવીંગ ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૦ પૌંડનાં જોર વડે સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં કેટલાં પૌંડનાં વજનને ઉપાડી શકાય ? જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ (મોડ્યુલસ અથવા એફીશીઅન્સી) ·૨૫ હોય, તો શું જવાબ આવશે ?

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times ૨\pi RN = W \times \frac{૨\pi r}{૨}$$

$$\therefore PRN = \frac{W \times r}{૨}$$

$$૧૦ \times ૬ \times ૩૦ = \frac{W \times ૫}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૨ \times ૧૦ \times ૬ \times ૩૦}{૫} = \underline{૭૨૦ \text{ પૌંડ}}$$

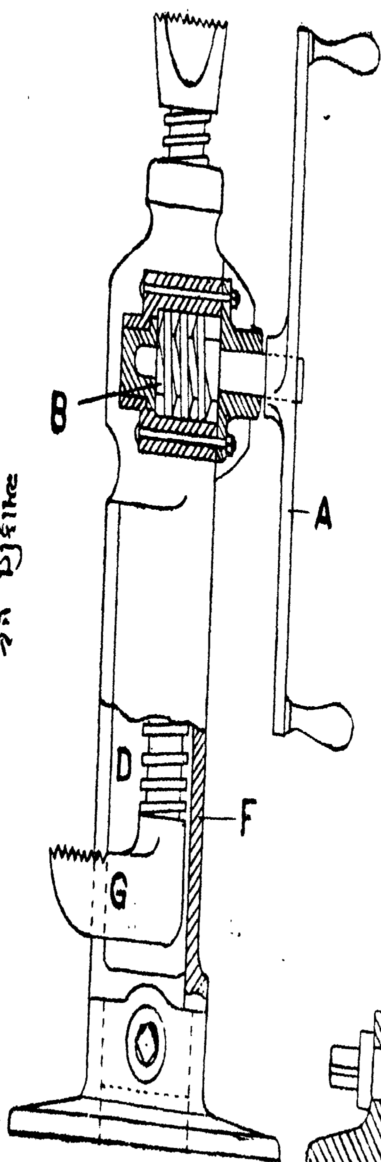
ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$PRNE = \frac{W \times r}{૨}$$

$$\frac{૧૦ \times ૬ \times ૩૦ \times ૨૫}{૧૦૦} = \frac{W \times ૫}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૨ \times ૧૦ \times ૬ \times ૩૦ \times ૨૫}{૧૦૦ \times ૫} = \underline{૧૮૦ \text{ પૌંડ}}$$

વર્મ અને વર્મ વ્હીલનાં જોડાણ સાથનેા સ્ક્રુ-જેક— સાધારણ સ્ક્રુ-જેકમાંના સ્ક્રુ સાથેનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ વાપરી શકાય છે, જે આકૃતિ ૭૯માં બતાવ્યું છે. લીવર-હેન્ડલ Aના છેડા ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ લીવર-હેન્ડલને એક શાફ્ટ જેનાં ઉપર વર્મ B ચાવીથી સજ્જડ કરેલેા છે, તેના છેડા ઉપર બેસાડેલું છે. વર્મ Bને વર્મ વ્હીલ C સાથે ગીઅર કરેલેા છે. જેકનું અંગ (body) F બીડનું બનાવેલું છે; ઘણીવાર એ અંગ F કઠણ લાકડાંનું પણ બનાવવામાં આવે છે, અને તેમાં રાખેલા ગાળામાં વર્મ વ્હીલ C ફરે છે. E એક લેાઢાંનીપ્લેટ છે જે ઉપર દબાણ કાર્ય કરે છે. વર્મ વ્હીલ Cના બેાસમાં આંટા કાપેલા છે જે સ્ક્રુ D માટે ન નટ બની રહે છે. આ જેકમાં સ્ક્રુ ગાળ ફરતેા નથી, પણ તે માત્ર ઉપર નીચે સરે છે. સ્ક્રુના નીચલા ભાગ ઉપર એક બહાર નીકળી આવતેા ભાગ G બનાવેલેા છે જે જમીનની નજદીક પડેલા ભારે દાગીના ઉપાડવા માટે ઉપયેાગી થઈ પડે છે. લીવર-હેન્ડલ ઉપરથી વર્મ ઉપર અને ત્યાંથી વર્મ વ્હીલ ઉપર ગતિનું સંચારણ થાય છે, અને હેન્ડલ જે દિશામાં ફેરવવામાં આવે તેને અનુસરીને સ્ક્રુ ઉપર ચઢે છે અથવા નીચે ઉતરે છે.


B
A
D
F
G

વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં વજન સ્ક્રુના પીચ જેટલું ઉંચકાશે; પણ વર્મ વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે જો વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) હશે તો વર્મને વર્મ વ્હીલના દાંતાની સંખ્યા n જેટલો એટલે n વખત ફેરવવો જોઈશે. જો વર્મ ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો) હશે તો $\frac{n}{૨}$ વખત, અને વર્મ ત્રેબલ થ્રેડેડ (ત્રેવડા આંટાવાળો) હશે તો $\frac{n}{૩}$ વખત અને એ પ્રમાણે આગળ ફેરવવો પડશે.

ધારો કે, l = લીવર–હેન્ડલ Aની લંબાઇ વર્મ શાફ્ટનાં મધ્યથી હેન્ડલના કોઈપણ એક છેડા સુધીની ઈંચમાં.

p = સ્ક્રુનો પીચ ઈંચમાં.

n = વર્મ વ્હીલના દાંતાની સંખ્યા.

N = વર્મના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં—

Pની ગતિ $= \frac{૨ \pi l n}{N}$, અને

Wની ગતિ = p.

ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times \frac{૨ \pi l n}{N} = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨ \pi l n}{N p}$$

જો E = જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) હોય, ત્યારે ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times \frac{૨ \pi l n}{N} \times E = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ)} = \frac{W}{P} = \frac{૨ \pi l n E}{N p}$$

દાખલો ૧૭—વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્ક્રુ–જેકમાં વર્મ વ્હીલને ૧૦ દાંતા છે, અને તે $\frac{3}{4}$ ઇંચ પીચના સ્ક્રુની ચાકી બનેલી છે. આ વ્હીલ સાથે ૧૬ ઇંચ લાંબાં લીવર વડે ચલાવવામાં આવતા એકવડા આંટાવાળા (સીંગલ થ્રેડેડ) એન્ડલેસ સ્ક્રુ (વર્મ)નું જોડાણ કરેલું છે. જો આ જેકનું કાર્યસાધકત્વ ·૨૫ હોય, તો લીવરને છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉંચકી શકાશે ?

$$P \times 2\pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times p$$

$$15 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 16 \times \frac{10}{1} \times \frac{25}{100} = W \times \frac{3}{4}$$

$$\therefore W = \frac{15 \times 2 \times 22 \times 16 \times 10 \times 25 \times 4}{7 \times 1 \times 100 \times 3} = \underline{5028.5 \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૮—દાખલા ૧૭માં જો વર્મ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ) હોય તો વજન કેટલું ઉંચકી શકાશે ?

$$P \times 2\pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times p$$

$$15 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 16 \times \frac{10}{2} \times \frac{25}{100} = W \times \frac{3}{4}$$

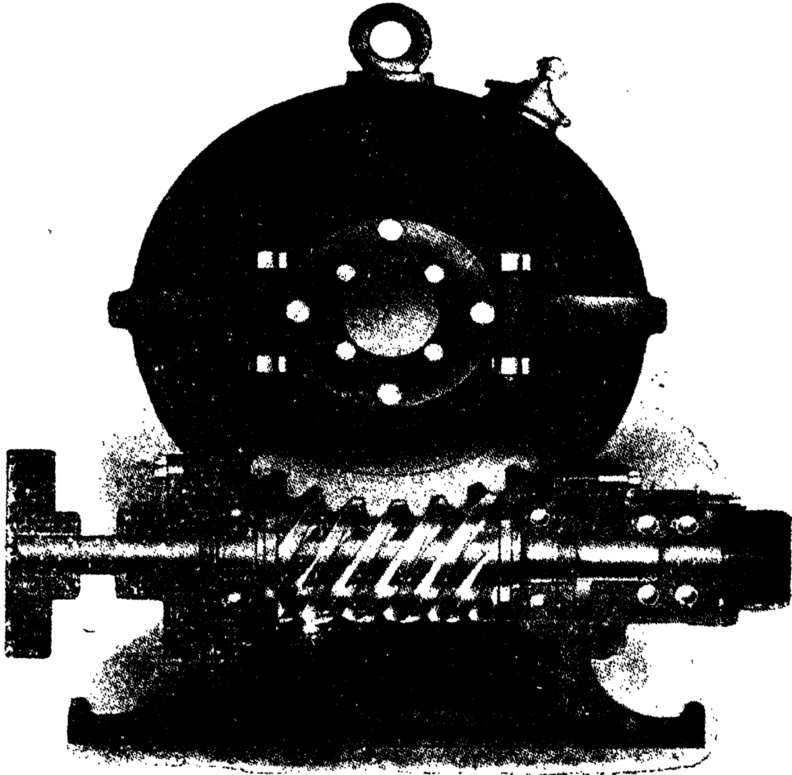
$$\therefore W = \frac{15 \times 2 \times 22 \times 16 \times 10 \times 25 \times 4}{7 \times 2 \times 100 \times 3} = \underline{2514.2 \text{ પૌંડ}}$$

એટલે પહેલા કરતાં માત્ર અર્ધું વજન ઉંચકી શકાશે.

ઉંચ ગતિનું પ્રમાણ (high velocity ratio) મેળવવા માટે યંત્રોમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ મોટે ભાગે વપરાય છે, અને તેમને લાગુ પડતા નિયમો આગળ સંપૂર્ણ રીતે સમજાવ્યા છે. વળી તેઓ કેટલીક બાબતમાં શુદ્ધ વિભાગ પાડવા માટે વપરાય છે, દાખલા તરીકે, જેમ વ્હીલ કટીંગ મશીન, ડીવાઈડીંગ એન્જીન, મેઝરીંગ મશીન, વિગેરેમાં વપરાય છે.

વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર (Worm and Worm-wheel Reducing gear)–આકૃતિ ૮૦માં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર બતાવ્યું છે. વર્મ શાફ્ટ

સાથે કપ્લીંગની મદદ વડે ઉંચ ઝડપે ચાલતાં એન્જીન અથવા ઇલેક્ટ્રીક મોટરની શાફ્ટ જોડવામાં આવે છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ સાથે ધીમી ઝડપે ચલાવવાના મશીનની શાફ્ટ જોડવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૮૦

દાખલો ૧૯—દર મીનીટે ૧૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક ઇલેક્ટ્રીક મોટર વડે વર્મ અને વર્મ રીડયુસીંગ ગીઅરની મદદ વડે એક આમતેમ ચાલતા પમ્પ (Reciprocating pump)ને દર મીનીટે ૫૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવો છે. જો આ રીડયુસીંગ ગીઅરમાં વર્મ એકવડા આંટાવાળો (સીંગલ થ્રેડેડ) હોય, તો વર્મ વ્હીલને કેટલા દાંતા જોઈશે, અને વર્મ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ) હોય, તો વર્મ વ્હીલને કેટલા દાંતા જોઈશે ?

વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર (વર્મ અને વર્મ વ્હીલ વડે ઝડપ ઓછી કરનારી રચના)માં વર્મ શાફ્ટને ઉંચ ઝડપે ફરતી મોટર શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને વર્મ વ્હીલને ધીમી ઝડપે ચાલતી પમ્પ શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે, તેટલા માટે આ રીડયુસીંગ ગીઅરમાં ગતિનું પ્રમાણ = $\frac{૧૨૦૦}{૫૦}$ = $\frac{૨૪}{૧}$ છે, એટલે જો વર્મ એકવડા આંટાવાળો હોય, તો વર્મ વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે વર્મ શાફ્ટને ૨૪ આંટા કરવા પડે છે.

પણ વર્મ વ્હીલના એક આંટા માટે વર્મને વર્મ વ્હીલના દાંતાની સંખ્યા n જેટલા આંટા કરવા પડે છે,

∴ વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા n = <u>૨૪ દાંતા</u>

જો વર્મ ડબલ થ્રેડેડ એટલે બેવડા આંટાવાળો હોય, તો વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા = $\frac{૨૪}{૨}$ = <u>૧૨ દાંતા</u>

દાખલો ૨૦—દર મીનીટે ૮૫૦ આંટાની ઝડપે ચાલતું એક પેટ્રોલ એન્જીન વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅરની મદદ વડે એક મશીનને ધીમી ઝડપે ચલાવે છે. વર્મ બેવડા આંટાવાળો છે, અને વર્મ વ્હીલને ૩૪ દાંતા છે, તો આ મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ચાલતું હશે ?

વર્મ અને વ્હીલના એક આંટા માટે વર્મને $\frac{n}{N}$ = $\frac{૩૪}{૨}$ = ૧૭ આંટા ફરવા પડશે, એટલે જો એન્જીન ૧૭ આંટા ફરે, તો ચલાવવામાં આવતું મશીન એક આંટો ફરશે.

આંટા આંટા આંટો
૧૭ : ૮૫૦ : : ૧

∴ દર મીનીટે મશીનની ઝડપ = $\frac{૮૫૦}{૧૭}$ = <u>૫૦ આંટા</u>

દાખલો ૨૧—એક મેઝરીંગ મશીન (બારીક અતિશુદ્ધ માપ લેવાનાં યંત્ર)માં હેડ સ્ટોકના સ્ક્રુને એક ઇંચમાં ૨૫ આંટા (થ્રેડ) છે, અને તે ઉપરનાં વર્મ વ્હીલને ૧૬૦ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં

હેન્ડ વ્હીલની રીમ ઉપર ૨૫૦ વિભાગોના કાપા પાડેલા છે, તો (૧) તેવા એક કાપા માટે હેડ સ્ટોકનો સ્પીન્ડલ કેટલો આગળ ચાલશે; વળી (૨) હેન્ડ વ્હીલના એક સંપૂર્ણ આંટા માટે કેટલો આગળ ચાલશે; અને (૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્ક્રુના એક આંટા માટે કેટલો ચાલશે?

(૧) હેન્ડ વ્હીલને એક કાપો ફેરવવામાં આવે તો હેન્ડ વ્હીલ એટલે વર્મ $\frac{૧}{૨૫૦}$ આંટો ફરશે.

સ્ક્રુના એટલે વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં સ્ક્રુ તેના પીચ જેટલો એટલે $\frac{૧}{૨૫}$ ઇંચ જેટલો આગળ ચાલશે.

પણ વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં વર્મ ૧૬૦ આંટા ફરશે, માટે

વર્મના આંટા   વર્મનો આંટો

$$૧૬૦ : \frac{૧}{૨૫૦} :: \frac{૧}{૨૫}''$$

$$\therefore \text{ એક કાપા માટે સ્પીન્ડલની ચાલ} = \frac{૧}{૨૫} \times \frac{૧}{૨૫૦} \times \frac{૧}{૧૬૦}$$

$$= \frac{૧}{૧૦૦૦૦૦૦} \text{ ઇંચ}$$

(૨) આંટો   આંટો   ઈંચ

$$\frac{૧}{૨૫૦} : ૧ :: \frac{૧}{૧૦૦૦૦૦૦}$$

$\therefore$ હેન્ડ વ્હીલના એક આંટા માટે સ્પીન્ડલની ચાલ =

$$\frac{૧ \times ૨૫૦}{૧૦૦૦૦૦૦} = \frac{૧}{૪૦૦૦} \text{ ઇંચ}$$

(૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્ક્રુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન) માટે સ્પીન્ડલ સ્ક્રુના પીચ જેટલો એટલે $\frac{૧}{૨૫}$ ઈંચ જેટલો આગળ ચાલશે.

દાખલો ૨૨—એક ડ્રીલીંગ મશીનની ટેબલને ઉપર નીચે લાવવા માટે રેક અને પીનીઅનનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે; વર્મ બેવડા આંટાવાળો છે; વર્મ વ્હીલને ૪૦ દાંતા છે જેને ૪ ઇંચ વ્યાસનાં પીચ વર્તુલ (સર્કલ)વાળા રેક–

પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું છે. જો લાગુ પાડેલા કામના ૫૫ ટકા ઘર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો હાથાને છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ટેબલ ઉપર કેટલાં વજનનો દાગીનો ટેકવી શકાય? ટેબલનું પોતાનું વજન ૬ હંડ્રેડવેટ છે.

કુલ વજન = દાગીનાનું વજન W + ટેબલનું વજન w.

રેક–પીનીઅનના એક આંટામાં કુલ વજન (W + w)ની ગતિ = ૨ π r છે,

અને તેટલાજ વખતમાં Pની ગતિ = $૨ \pi l \times \frac{n}{N}$,

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times ૨ \pi l \times \frac{n}{N} \times E = (W + w) \times ૨ \pi r$$

$$૧૫ \times ૧૪ \times \frac{૪૦}{૨} \times \frac{૪૫}{૧૦૦} = (W + ૬૭૨) \times ૨$$

$$\therefore W + ૬૭૨ = \frac{૧૫ \times ૧૪ \times ૪૦ \times ૪૫}{૨ \times ૧૦૦ \times ૨}$$

$$W + ૬૭૨ = ૯૪૫$$

$$\therefore W = ૯૪૫ - ૬૭૨ = \underline{૨૭૩ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૨૩—એક વ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવાનું યંત્ર)માં વિભક્ત કરનારાં ચક્કર (ડીવાઇડીંગ વ્હીલ) ને ૨૪૦ દાંતા છે. એક દાંતાનું ચક્કર (સ્પર વ્હીલ) વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે, જેની સાથે હાથાની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું બીજું દાંતાનું ચક્કર (સ્પર વ્હીલ) ગીઅર થાય છે. વ્હીલનાં બ્લેંક (wheel blank એટલે દાંતા કાપ્યા વિનાનું ચક્કર) ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે, તો દરેક કાપવાના દાંતા માટે હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટો ફેરવવા માટે કયાં ચક્કરો વાપરવાં જોઈશે?

વ્હીલ કટીંગ મશીનમાં ડીવાઇડીંગ વ્હીલ તરીકે વર્મ વ્હીલ વપરાય છે, અને તેને વર્મ સાથે ગીઅર કરેલું હોય છે. ડીવાઇડીંગ વ્હીલની ધરી ઉપર બ્લેંક (જે ચક્કર ઉપર દાંતા કાપવાના છે તે) ને બેસાડવામાં આવે છે.

વર્મ શાફ્ટ ઉપર એક ચેન્જ વ્હીલ (અદલબદલ કરી શકાતું દાંતાનું ચક્કર) F બેસાડવામાં આવે છે, અને તે સાથે ગીઅર થતાં ચેન્જ વ્હીલ Dને હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે. હેન્ડલને ફેરવવાથી વ્હીલ D ઉપરથી વ્હીલ F ઉપર અને ત્યાંથી વર્મ ઉપરથી ડીવાઇડીંગ વ્હીલને ગતિ મળે છે.

ડીવાઇડીંગ વ્હીલને અથવા જે વ્હીલ ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે તે વ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે વર્મને ૨૪૦ આંટા ફેરવવા પડશે.

જે વ્હીલ ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે તેને એક પીચ જેટલું એટલે $\frac{૧}{૧૬૦}$ આંટો ફેરવવા માટે વર્મને કરવા જોઈતા આંટાની સંખ્યા શોધવા માટે—

બ્લેંકનો આંટો		બ્લેંકનો આંટો		વર્મના આંટા
૧	:	$\frac{૧}{૧૬૦}$	: :	૨૪૦

∴ વર્મને કરવા જોઈતા આંટા = $\frac{૨૪૦}{૧૬૦}$

પણ હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટો ફેરવવાથી બ્લેંક તેના દાંતાના પીચ જેટલું એટલે $\frac{૧}{૧૬૦}$ આંટા જેટલું ફરવું જોઈએ; તેમ કરવા માટે દાંતાનાં ચક્કરો નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય:—

ધારોકે, D = હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Dમાં દાંતાની સંખ્યા.

F = વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Fમાં દાંતાની સંખ્યા.

ત્યારે, Dના દાંતા × તેના આંટા = Fના દાંતા × તેના આંટા

$$D \times ૧ = F \times \frac{૨૪૦}{૧૬૦}$$

$$\therefore ૧૬૦\ D = ૨૪૦\ F$$

$$\therefore \frac{D}{F} = \frac{૨૪૦}{૧૬૦} = \frac{૩}{૨} \times \frac{૧૦}{૧૦}$$

$$\therefore \frac{D}{F} = \frac{૩૦}{૨૦}$$

એટલે, હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપર ૩૦ દાંતાનું અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર જોઈશે.

દાખલો ૨૪—એક ડ્રીલીંગ મશીનમાં વેહ પાડવાનાં ઓજાર (ડ્રીલ drill) ને પોતાની મેળેની ચાલ (સેલ્ફ-એક્ટીંગ ફીડ) આપવા

માટે દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલની રચના પુરી પાડેલી છે. આ ડ્રીલીંગ મશીન દર મીનીટે ૧૪૪ આંટા ફરે છે અને વર્મ શાફ્ટને પણ તેટલીજ ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. વર્મ વ્હીલને ૨૪ દાંતા છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર ૩૫ દાંતાનું ચક્કર (સ્પર વ્હીલ) બેસાડેલું છે જે ૭૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે. આ છેલ્લાં વ્હીલને ડ્રીલને ફીડ (વેહમાં નીચે દબાવવાની ચાલ) આપનારા ફીડ–સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી નટ સાથે સજ્જડ કરેલું છે. આ ફીડ–સ્ક્રુ સ્પીન્ડલ સહિત માત્ર ઉપર ચઢી શકે છે અથવા નીચે ઉતરી શકે છે. ફીડ–સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૪}$ ઈંચ છે, તો (૧) મશીનના એક આંટામાં ડ્રીલને ફીડ કેટલી મળશે એટલે ડ્રીલ કેટલું નીચે ઉતરશે, અને (૨) એક મીનીટમાં ફીડ કેટલી મળશે?

(૧) વર્મના એક આંટામાં વર્મ વ્હીલ $\frac{૧}{૨૪}$ આંટો ફરશે અને તેથી વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૩૫ દાંતાનું વ્હીલ પણ $\frac{૧}{૨૪}$ આંટો ફરશે.

જો ૩૫ દાંતાવાળું વ્હીલ એક આંટો ફરે તો ૭૦ દાંતાવાળું વ્હીલ $\frac{૩૫}{૭૦} = \frac{૧}{૨}$ આંટો ફરશે, ત્યારે

આંટો

૧ : $\frac{૧}{૨૪}$: : $\frac{૧}{૨}$

∴ વર્મના એટલે મશીનના એક આંટામાં ૭૦ દાંતાનાં વ્હીલના આંટા = $\frac{૧}{૨૪} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૪૮}$ આંટો

પણ ૭૦ દાંતાનાં વ્હીલના એક આંટામાં ફીડ–સ્ક્રુ તેના પીચ જેટલો એટલે $\frac{૧}{૪}$ ઈંચ જેટલો નીચે ઉતરશે, ત્યારે

આંટો		આંટો		ફીડ
૧	:	$\frac{૧}{૪૮}$	: :	$\frac{૧}{૪}''$

∴ વર્મ અથવા ડ્રીલીંગ મશીનના એક આંટામાં ફીડ = $\frac{૧}{૪૮} \times \frac{૧}{૪}$

= $\frac{૧}{૧૯૨}''$ ફીડ

	આંટો		આંટા		ફીડ
(૨)	૧	:	૧૪૪	: :	$\frac{૧}{૧૯૨}''$

∴ એક મીનીટમાં ડ્રીલની ફીડ = $\frac{૧૪૪}{૧૯૨} = \frac{૩}{૪}''$

એક્સર્સાઇઝ ૯મી

૧. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને $૨\frac{૧}{૨}$ ઇંચ વ્યાસના અને ૧ ઇંચના બેવડા આંટાવાળા (ડબલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી પુલી વડે સ્ક્રુને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે, તો ૧૨ સેકન્ડમાં ટેબલ કેટલી આગળ ચાલશે?

૨. એક સ્ક્રુ દર મીનીટે ૨૦ ફુટની ઝડપે એક સ્લાઇડને ચલાવે છે. જો સ્ક્રુ દર મીનીટે ૨૪૦ આંટા ફરે, તો તેનો પીચ કેટલો હશે?

૩. એક વ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવા માટેનાં યંત્ર)માં $૧\frac{૧}{૮}$ ઇંચ પીચના દાંતાવાળો રેક કાપવાનો છે. રેકને $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવતી સ્લાઇડ ઉપર સજ્જડ કરેલો છે, તો રેકને જોઈતો પીચ આપવા માટે સ્ક્રુને કેટલા આંટા ફેરવવા પડશે?

૪. એક પ્લેનીંગ મશીનમાં $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ પીચના બેવડા આંટાવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ટુલ-હોલ્ડર (ઓજાર પકડનાર ભાગ) આડી (ક્રોસ) સ્લાઇડ ઉપર ચલાવવામાં આવે છે. આ સ્ક્રુને છેડે ૨૪ દાંતાનું રેચેત વ્હીલ ચાવીથી સજ્જડ બેસાડેલું છે, જે રેચેત વ્હીલને ટુલની જોઈતી ફીડનાં પ્રમાણમાં એક પોલ (pawl) વડે એકી વેળાએ એક અથવા એકથી વધુ દાંતાઓ ફેરવવામાં આવે છે, તો રેચેત વ્હીલના વખતો વખત ૧ થી ૪ દાંતા પોલ વડે ફેરવવાથી ટુલને મળતી ફીડ શોધો.

૫. રૂની કાચી ગાંસડી બાંધવાના એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલાં ૮ ફુટ ૨ ઇંચ લાંબાં લીવરને છેડે ૪૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો સ્ક્રુનો પીચ $૧\frac{૧}{૨}$ ઇંચ હોય, તો દબાવવા માટે મુકેલી રૂની ગાંસડી ઉપર કેટલું દબાણ આવશે? જો જોરના

૬૦ ટકા ઘર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો આ દબાણ મેળવવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

૬. એક સ્ક્રુ–પ્રેસમાં સ્ક્રુનો પીચ $\frac{3}{4}$ ઇંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે. જો પદાર્થને દબાવવા માટે ૨૬૪૦ પૌંડનું દબાણ જોઈતું હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? જો આ પ્રેસનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૦ ટકા હોય, તો આ જોર વડે પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે?

૭. એક ઇંચ પીચનો બેવડા આંટાવાળો સ્ક્રુ ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે વપરાયો છે. સ્ક્રુને ૧૫ ઇંચની કાર્યસાધક ત્રિજ્યાવાળાં દાંતાનાં ચક્કરની મદદ વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો ઘર્ષણમાં ૫૦ ટકા વ્યર્થ જાય, તો દાંતા ઉપર પીચ વર્તુલને સ્પર્શ રેખારૂપ (તેન્જેન્શીઅલ) જોઈતું દબાણ શોધો.

૮. એક સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧ ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે, તો ૨ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ·૩ હોય, તો કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

૯. એક સાધારણ કોપીંગ–પ્રેસમાં મળતો યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) ૩૫૨ છે. જો સ્ક્રુ $\frac{1}{4}$ ઇંચ પીચનો બેવડા આંટાવાળો હોય, તો તેમાં લીવરની લંબાઈ કેટલી હશે?

૧૦. એક સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુને દર ઇંચે ૪ આંટા છે, અને તેનું કાર્યસાધકત્વ ૩૫ ટકા છે, તો ૧૧ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે સ્ક્રુ ઉપર કેટલો ટર્નીંગ મોમેન્ટ (turning moment) લાગુ પાડવો જોઈશે તે ઇંચ–ટનમાં શોધો.

૧૧. એક સાધારણ સ્ક્રુ–જેકની બનાવટનું આકૃતિ સાથે બ્યાન કરો. જો આ સ્ક્રુ–જેક વડે ૨૦ ઇંચ લાંબાં લીવરને છેડે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ૨૨૦૦ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે, તો તેમાં સ્ક્રુનો પીચ કેટલો હશે? જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૫ ટકા છે.

૧૨. એક સ્ટેપ્લ બેંચ વાઇસ (Staple Bench Vice)માં ૨૦ ઇંચિ લાંબાં લીવરને છેડે એક માણસ ૨૫ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડી એક દાગીનાને તેનાં જડબાં વચ્ચે મજબુત પકડે છે. સ્ક્રુને દર ઇંચ દીઠ ૪ આંટા છે. વાઇસને નીચલે છેડે આપેલાં મીજાગરાં (હીંજ hinge)થી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીની લંબાઈ ૨૪ ઇંચિ છે, અને મીજાગરાંથી જડબાં સુધીની લંબાઈ ૩૦ ઇંચ છે, તેા તે દાગીનેા જડબાં વચ્ચે કેટલાં જોરથી પકડાયેા હશે?

૧૩. એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનેા પીચ $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ છે, લીવર-હેન્ડલની લંબાઈ ૨૧ ઇંચ છે, તેા ઘર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરને છેડે ૧૫ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૦ ટકા હેાય, તેા એટલુંજ વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

૧૪. બે આગગાડીના ડબ્બા જોડવા માટે સાધારણ રીતે વપરાતી સ્ક્રુ-કપ્લીંગની આકૃતિ દેારેા અને સંયુક્ત સ્ક્રુઓનું કાર્ય સમજાવેા. જો આવી કપ્લીંગમાં દરેક સ્ક્રુનેા પીચ $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ હેાય અને સ્ક્રુની ધરી (axis)થી દડાના મધ્ય સુધીની હાથાની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ હેાય, તેા હાથાને છેડે દડા ઉપર ૫૦ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડવાથી ડબ્બાઓ અકેકની નજદીક કેટલાં જોરથી ખેંચાશે?

૧૫. નહેરમાં પાણીને દાખલ અને બંધ કરવા માટેના સ્લુસ ગેટને તે સાથે જોડેલા ૧$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ઉપાડવામાં આવે છે. ૪૦ દાંતાનું એક બેવલ વ્હીલ જે સ્ક્રુની નટ બને છે તેને ૩૦ દાંતાનાં બીજાં બેવલ વ્હીલ સાથે ગીઅર કરેલું છે. આ ૩૦ દાંતાનું બેવલ વ્હીલ જે શાફ્ટ ઉપર ચાવી મારી બેસાડેલું છે તેજ શાફ્ટને છેડે ૨૧ ઇંચ લાંબેા હાથેા સજ્જડ કરેલેા છે. જો આ રચનાનું કાર્યસાધકત્વ (એફી-શીઅન્સી) ·૨૫ હેાય, તેા (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ નક્કી કરેા; (૨) જો લીવરને છેડે ૨૫ પૈાંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે,

તો તે સ્લુસ ગેટનું વજન કેટલું હશે; (૩) જો સ્લુસ ગેટનું વજન ૧$\frac{3}{4}$ ટન હોય, તો તેને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૧૬. એક પ્લેનીંગ મશીનમાં ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો અવરોધ ઘર્ષણ સુદ્ધાં ·૪૫ છે, ટેબલને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ ૨ ઈંચ છે, અને પુલી ઉપર મળી શકતું પટાનું ખેંચાણ ૨૪૦ પૈાંડ છે. પુલીઓનો વ્યાસ ૧૪ ઈંચ છે. જો ટેબલનું વજન ૧૨૦૦ પૈાંડ હોય અને દાગીનાનું વજન ૪૨૦ પૈાંડ હોય, તો દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળાએ કાપને નડતો અવરોધ કેટલો હશે તે શોધો.

૧૭. એક સ્ક્રુ–જેકમાં વજનને ૧૨ ઈંચની ઉંચાઈએ ઉંચકવા માટે સ્ક્રુને ૨૦ આંટા (turns) ફેરવવા પડે છે, અને જે હાથાને છેડે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે હાથાની લંબાઈ ૨ ફુટ છે. જો જેકનું યાંત્રિક કાર્યસાધકત્વ (મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી) ૪૦ ટકા હોય, તો ૫ હંડ્રેડવેટનું વજન ઉંચકવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? વળી તે જેકમાં ગતિનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાભ શોધો.

૧૮. એક લેથ બોરીંગ (વેહ કોરવાની ક્રિયા)નાં કામ માટે વપરાયો છે. દાગીનાને ચક ઉપર બાંધવામાં આવ્યો છે, અને ડ્રીલને મુવએબલ હેડ સ્ટોકના સ્પીન્ડલમાં બેસાડેલા ડ્રીલ–ચકમાં બાંધેલું છે, જેથી ડ્રીલની ફીડ મુવએબલ હેડસ્ટોકના સ્પીન્ડલ ઉપરથી મળે છે, જે હમેશ મુજબ એક સ્ક્રુથી ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ $\frac{1}{4}$ ઈંચ પીચનો છે અને તેની ઉપર ૬૦ દાંતાનું ચક્કર બેસાડેલું છે જેને ૧૨ દાંતા-વાળાં પીનીઅન વડે ચલાવવામાં આવે છે. આ પીનીઅન દર મીનીટે ૮ આંટા ફરે છે, તો દર મીનીટે ફીડની ઉંડાઈ કેટલા ઈંચ હશે. વળી જો દાગીનો દર મીનીટે ૨૪ આંટા ફરે, તો દાગીનાના એક આંટા દીઠ ફીડ કેટલી હશે ?

૧૯. એક લેથની સરફેસીંગ સ્લાઈડને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ ૧/૨ ઇંચ છે અને તે બેવડા આંટાવાળો છે. આ સ્ક્રુ ઉપર ચપટી રીમવાળું એક ચક્કર બેસાડેલું છે જેની રીમના પરિઘ ઉપર ૪૦ સરખા વિભાગ પાડેલા છે, તો ચક્કરને એક વિભાગ જેટલું ફેરવવાથી ઓજાર કેટલું આગળ ચાલશે. વળી ચક્કરને અનુક્રમે ૫, ૧૫, ૨૦, અને ૨૪ વિભાગો જેટલું ફેરવવાથી ઓજારને મળતી ગતિઓ શોધો.

૨૦. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક ક્રેબમાં જે હાથા વડે વર્મને ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે, અને વર્મ એકવડા આંટાવાળો છે. વર્મ વ્હીલમાં ૨૦ દાંતા છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨ ઇંચ વ્યાસનાં ડ્રમ ઉપરથી લટકતું વજન ૧૦૦૦ પૌંડ છે, તો આ વજનને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઇશે ?

૨૧. એક ટેસ્ટીંગ મશીનમાં જે ધાતુના ટુકડા ઉપર અમળાવવાનો કશ (તોર્શન ટેસ્ટ torsion test) લેવાનો હોય છે તેને આમળો (twist) આપવા માટે તે મશીનમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ વપરાયું છે. વર્મને એક હેન્ડ વ્હીલ વડે ફેરવવામાં આવે છે અને કશ લેવાના ટુકડા (ટેસ્ટ પીસ test piece) ને જે શાફ્ટ ઉપર વર્મ વ્હીલ બેસાડેલું છે તે શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે. જો વર્મ વ્હીલને ૯૦ દાંતા હોય, તો હેન્ડ વ્હીલને ૨૩૫ આંટા ફેરવવાથી કશ લેવાના ટુકડા (ટેસ્ટ પીસ) ઉપર કેટલા અંશ એટલે:ડીગ્રીનો આમળો મળશે?

૨૨. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના ક્રેબમાં વર્મ વ્હીલને ૯૦ દાંતા છે; વર્મ ત્રેવડા આંટાવાળો (ત્રેબલ થ્રેડેડ) છે; વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે; વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં બેરલનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ છે; અને દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. જો આ ક્રેબનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) .૨૫ હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૨) જો P ૨૫ પૌંડ હોય તો વજન શોધો.

૨૩. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ½ ઇંચ છે અને વર્મ વ્હીલ જે સ્ક્રુની નટ બને છે તેમાં ૧૪ દાંતા છે. વર્મ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ) છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઇ ૧૨ ઇંચ છે. જો આ જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૨૫ ટકા હોય, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. વળી ૨ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે તે શોધો.

૨૪. વર્મ અને વર્મ વ્હીલનાં જોડાણ સાથના એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં સ્ક્રુનો પીચ ⅜ ઇંચ છે. વર્મ વ્હીલમાં ૩૫ દાંતા છે જે સ્ક્રુની નટ બને છે. વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ એટલે એકવડા આંટાવાળો છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે. જો આ સ્ક્રુ-પ્રેસનું કાર્યસાધકત્વ ૩૦ ટકા હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૩) જો હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો દબાવવા માટે મુકેલા પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે?

૨૫. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧¾ છે; વર્મ વ્હીલને ૨૦ દાંતા છે; વર્મ એકવડા આંટાવાળો છે; અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે. જો કાર્યસાધકત્વ ૩૫ ટકા હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૩) જો હાથાને છેડે ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉંચકી શકાશે તે શોધો.

૨૬. એક ડ્રીલીંગ મશીનની ટેબલને ઉપર નીચે લાવવા માટે રેક અને પીનીઅનનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઇ ૧૨ ઇંચ છે. વર્મ એકવડા આંટાવાળો છે. વર્મ વ્હીલને ૨૦ દાંતા છે જેને ૩ ઇંચ વ્યાસના પીચ વર્તુલવાળા રેક-પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર

સજ્જડ કરેલું છે. જો લાગુ પાડેલાં કામના ૬૦ ટકા ઘર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો હાથાને છેડે ૧૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ટેબલ ઉપર કેટલાં વજનનો દાગીનો ટેકવી શકાય? ટેબલનું પોતાનું વજન ૪½ હંડ્રેડવેટ છે.

૨૯. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના પુલી-બ્લોક ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ચલાવનારી (ડ્રાઈવીંગ) ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે, વર્મ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા ૨૦ છે, અને તે સાથે જોડેલી ચલાવવામાં આવતી (ડ્રીવન) ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે. જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ ·૨૫ હોય, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; અને વળી વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ડ્રાઇવીંગ (ચલાવનારી) ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૨ પાંડનાં જોર વડે સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં કેટલાં પૌંડનાં વજનને ઉપાડી શકાશે તે શોધો.

૨૮. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલનાં જોડાણ સાથના પુલી-બ્લોક ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે, વર્મ વ્હીલના દાંતાની સંખ્યા ૨૪ છે, અને તે સાથે જોડેલી ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ ૨૫ ટકા હોય, તો સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં ૫ હંડ્રેડવેટનાં વજનને ઉપાડવા માટે વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર કેટલા પૌંડનું જોર લાગુ પાડવું જોઇશે?

૨૯. દર મીનીટે ૪૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર (reducing gear)ની મદદ વડે બીજી શાફ્ટને ધીમી ઝડપે ચલાવે છે. વર્મ બેવડા આંટાવાળો છે, અને વર્મ વ્હીલને ૩૦ દાંતા છે, તો આ ચલાવવામાં આવતી બીજી શાફ્ટની ઝડપ શોધો.

૩૦. એક ડ્રીલીંગ મશીનમાં વેહ પાડવાનાં ઓજાર (ડ્રીલ drill)ને પોતાની મેળેની ચાલ આપવા માટે દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીનાં સંબંધમાં

વર્મ અને વર્મ વ્હીલની રચના આપેલી છે. આ ડ્રીલીંગ મશીન દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે, અને વર્મ શાફ્ટને પણ તેટલીજ ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. વર્મ વ્હીલને ૧૬ દાંતા છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર ૨૫ દાંતાનું ચક્કર બેસાડેલું છે, જે ૫૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે. આ છેલ્લાં વ્હીલને ડ્રીલને ફીડ (ચાલ) આપનારા સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી નટ સાથે સજ્જડ કરેલું છે, જે ફીડ–સ્ક્રુ સ્પીન્ડલ સહિત માત્ર નીચે ઉપર ચઢી શકે છે, સ્ક્રુને દર ઇંચે ચાર આંટા છે, તો (૧) મશીનના એક આંટામાં ડ્રીલને ફીડ કેટલી મળશે એટલે ડ્રીલ વેહમાં કેટલું નીચે ઉતરશે, અને (૨) એક મીનીટમાં ફીડ કેટલી મળશે ?

૩૧. એક મેઝરીંગ મશીન (બારીક અતિશુદ્ધ માપ માપવાનાં યંત્ર)માં હેડ સ્ટોકના સ્ક્રુને એક ઇંચમાં ૨૦ આંટા (થ્રેડ) છે, અને તે ઉપરનાં વર્મ વ્હીલને ૨૦૦ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં હેન્ડ વ્હીલની રીમ ઉપર ૨૫૦ વિભાગોના કાપા પાડેલા છે, તો (૧) તેવા એક કાપા માટે હેડ સ્ટોકનો સ્પીન્ડલ કેટલો આગળ ચાલશે, વળી (૨) હેન્ડ વ્હીલના એક સંપૂર્ણ આંટા માટે કેટલો આગળ ચાલશે ? અને (૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્ક્રુના એક આંટા માટે કેટલો ચાલશે ?

૩૨. એક વ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવાનું યંત્ર)માં ડીવાઈડીંગ (વિભક્ત કરનારાં) વ્હીલને ૧૮૦ દાંતા છે. એક વ્હીલ વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે, જેની સાથે હાથાની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું બીજું વ્હીલ ગીઅર થાય છે. વ્હીલ બ્લેંક (wheel blank દાંતા કાપ્યા વિનાનું ચક્કર) ઉપર ૮૦ દાંતા કાપવાના છે, તો દરેક કાપવાના દાંતા માટે હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટો ફેરવવા માટે કયાં ચક્કરો વાપરવાં જોઈશે?

પ્રકરણુ ૮મું

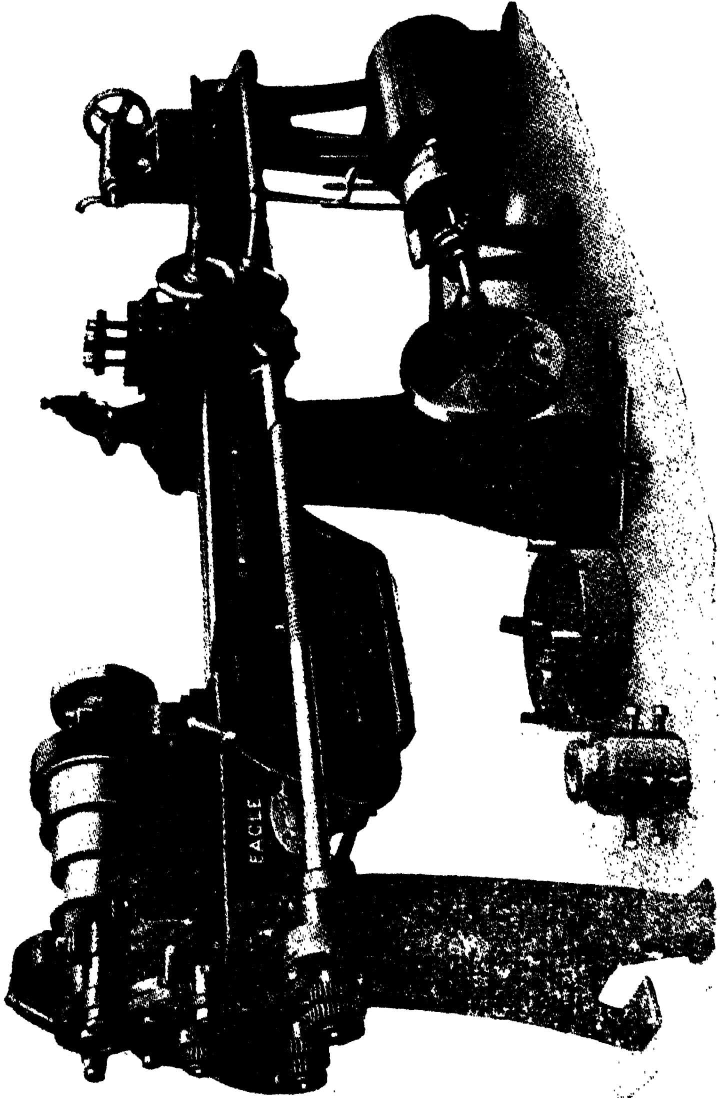
સ્ક્રુ-કટીંગ લેથ. લેથ ઉપર સ્ક્રુના આંટા કાપવાની રીત. પ્લેનીંગ મશીન.

સ્ક્રુ-કટીંગ લેથ

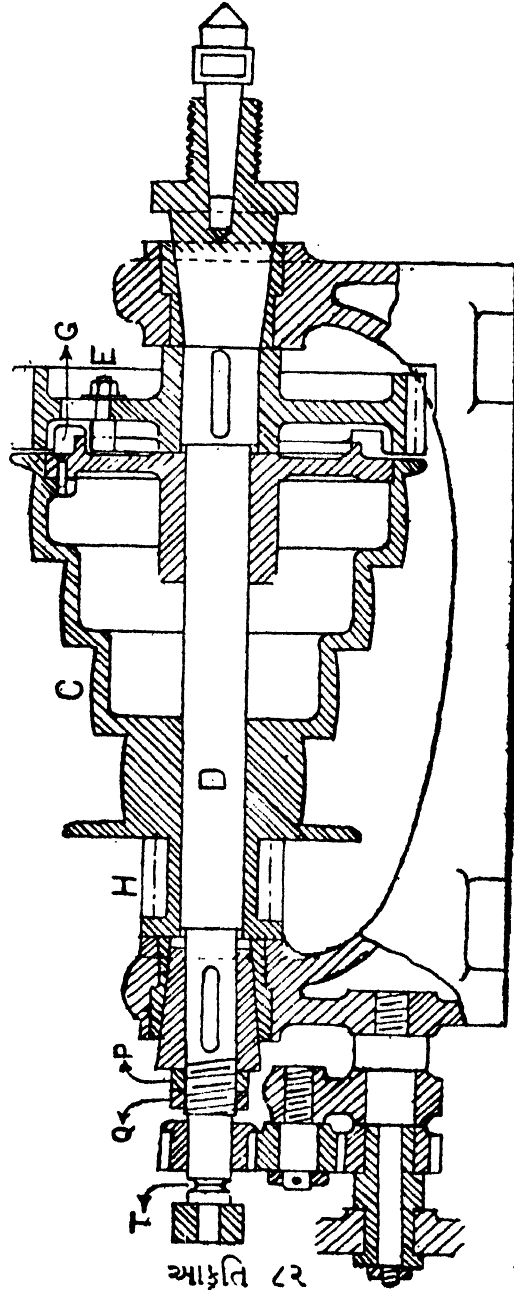
આકૃતિ ૮૧માં સ્ક્રુ-કટીંગ લેથ (Screw-cutting Lathe) બતાવ્યો છે. સઘળા લેથોમાં દાગીનાને ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, અને કાપ લેનારાં ઓજારને સ્લાઇડ રેસ્ટ (slide rest)માં સજ્જડ પકડવામાં આવે છે. આ સ્લાઇડ રેસ્ટને સેડલ ઉપર બેસાડેલો હોય છે જેને લેથ બેડ ઉપર ચલાવી શકાય છે. લેથ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસના દાગીના ટર્ન કરવાના (ખરાદવાના) હોવાથી ઍંગ્યુલર વેલોસીટી (કોણિય વેગ) ફેરફાર થઇ શકે એવી હોવી જોઇએ, કારણકે દાગીનાની સપાટી આગળની લીનીઅર વેલોસીટી (લંબાઇની અથવા પરિધની ગતિ) નિયંત (constant) હોવી જોઇએ. મેન શાફ્ટ (main shaft મુખ્ય શાફ્ટ એટલે કારખાનાનાં સઘળા મશીનો ચલાવનારી શાફ્ટ)ની ઍંગ્યુલર વેલોસીટીમાં ફેરફાર કર્યા શિવાય આ પ્રમાણે કરવા માટે લેથના ફાસ્ટ હેડસ્ટોક (fast headstock)માં કોન પુલી અને એક ગીઅરીંગની રચના પુરી પાડેલી હોય છે.

ફાસ્ટ હેડસ્ટોક—આકૃતિ ૮૨ અને ૮૩માં ફાસ્ટ હેડસ્ટોકના બે દેખાવો બતાવ્યા છે. કોન પુલી (cone pulley) Cને એક પટા વડે લેથને માથે ઉપર આપેલી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની તેવીજ

કોન પુલી ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે; પણ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની કોન પુલી એવી રીતે બેસાડેલી હોય છે જેથી તેનો નાનો વ્યાસ



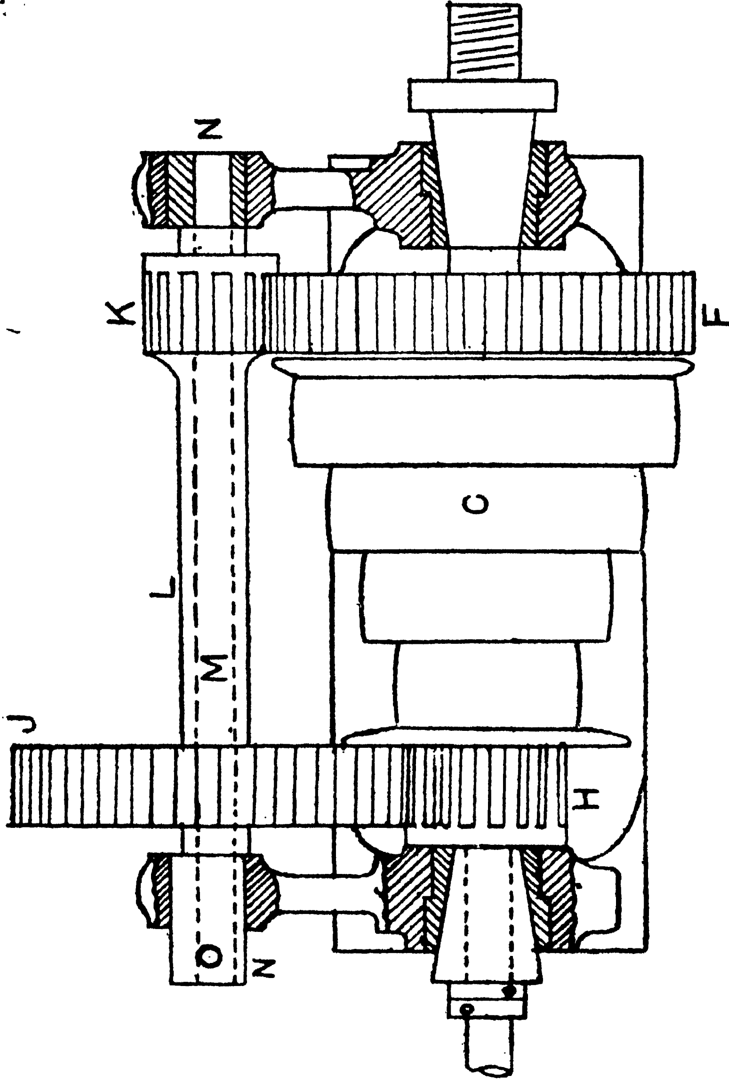
આકૃતિ ૮૧



આકૃતિ ૮૨

ફ્રાસ્ટ હેડ સ્ટોક ઉપરના કોનના મોટા વ્યાસની સામે આવી રહે. આ બન્ને કોનની સામસામે આવતી ડ્રાઈવીંગ (driving ચલાવનારી) અને ડ્રીવન (driven ચલાવવામાં આવતી) સ્પીડ અથવા પુલીના વ્યાસોનો સરવાળો નિયંત હોવાથી પટો કોઈ પણ સ્પીડની જોડી ઉપર ચઢી શકશે, અને દાગીનાની ગતિમાં ફેરફાર થશે; જ્યારે પટો ફ્રાસ્ટ હેડસ્ટોકના કોનની સૌથી નાની પુલી એટલે સ્પીડ ઉપર હશે ત્યારે સૌથી વધુ ગતિ મળશે.

પણ જ્યારે કોન પુલી વડે જોઈતો ફેરફાર મળી શકતો નથી ત્યારે આપણે **બેક ગીઅર (back gear)**નો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ફ્રાસ્ટ હેડસ્ટોકમાંની મેન્ડ્રીલ અથવા સ્પીન્ડલ (mandril અથવા spindle) D સાથે દાગીનાને ડ્રાઈવર અથવા ડ્રાઈવીંગ પ્લેટ વડે સીધો જોડવામાં



આકૃતિ ૮૩

આવે છે; પણ કોન પુલી મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલી ફરે છે.

આકૃતિ ૮૨માં જોતાં જણાશે કે કોન પુલી Cને દાંતાના ચક્કર F સાથે જોડવા માટે બોલ્ટ E આપેલો છે. આ દાંતાના ચક્કર Fને મેન્ડ્રીલ D ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે, અને કોન પુલી C ઉપર આપેલા બહાર નીકળી આવેલા ભાગો અથવા કાનો (lugs) G વચ્ચે બોલ્ટ E ભેરવાય ત્યાંસુધી બોલ્ટ Eને ત્રિજ્યાની દિશામાં ચક્કર Fમાં આપેલા લંબગાળ વેહમાં બહારની તરફ સેરવવાથી કોન પુલી C અને દાંતાનું ચક્કર F જોડાય છે, અને મેન્ડીલને કોન પુલી ઉપરથી સીધી ચલાવવામાં આવે છે. આ વેળાએ આકૃતિ ૮૩માં દેખાડેલી પાછલી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં વ્હીલ J અને પીનીઅન Kને જોડાણમાંથી બહાર કાઢવાં જોઈએ એટલે આઉટ ઓફ ગીઅર કરવાં જોઈએ. આ વ્હીલ અને પીનીઅનને એક પોકળ શાફ્ટ L ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં હોય છે. શાફ્ટ L સ્પીન્ડલ M ઉપર ફરે છે. આ સ્પીન્ડલ Mને અસમકેંદ્ર (એટલે મધ્યબિંદુથી બહાર એટલે એકસેન્ટ્રીક eccentric) બનાવેલી હોય છે, અને તેને તેવાજ અસમકેંદ્ર બેરીંગ N Nમાં ટેકવેલી છે. એક ટોમી (tommy ટુંકા સળીયા) ને ડાબે છેડે ખોસવામાં આવે છે, અને સ્પીન્ડલ Mને અર્ધો આટો ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, જેથી વ્હીલ J અને પીનીઅન Kનાં મધ્યો મેન્ડીલ D થી દુર જાય છે જેથી આ ચક્કરો ગીઅરમાંથી છુટાં થાય છે.

જ્યારે ધીમી ઝડપો જોઈતી હોય ત્યારે બોલ્ટ Eને ચક્કર Fમાં આપેલા લંબ ગોળ વેહમાં નીચલી તરફ સેરવીને તેને કાન (લગ્સ)માંથી છુટો કરવામાં આવે છે, જેથી કોન પુલી મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલી ફરે છે, જે વેળાએ મેન્ડ્રીલને માત્ર બેક ગીઅરીંગ મારફતે ચલાવવામાં આવે છે. આ વેળાએ ટોમી વડે સ્પીન્ડલ Mને અર્ધો આંટો ગોળ પાછો ફેરવી બેક ગીઅરીંગનાં વ્હીલ J અને પીનીઅન Kને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પીનીઅન H અને વ્હીલ F સાથે ભેરવવામાં એટલે ગીઅર કરવામાં આવે છે. ત્યારે પીનીઅન H કોન પુલી સાથે જોડેલું

હોવાથી અથવા એકજ ટુકડે બનાવેલું હોવાથી પટા વડે કોન પુલીને ગતિ મળવાથી કોન પુલી સાથે પીનીઅન H પણ મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલું (loose) ફરે છે. પીનીઅન H સાથે એક શાફ્ટ ઉપરનું વ્હીલ J ગીઅર થયલું હોવાથી તે ફરવા માંડે છે જેથી એક શાફ્ટ પણ ફરે છે અને તેથી તે ઉપર બેસાડેલું પીનીઅન K પણ ફરે છે. આ પીનીઅન K સાથે મેન્ડ્રીલ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું વ્હીલ F ભેરવાયલું એટલે ગીઅર થયલું હોવાથી તે ફરે છે અને પરિણામે મેન્ડીલ દાગીના સાથે ધીમી ઝડપે ફરે છે. આ પ્રમાણે ગતિ નાનાં ચક્કરો (પીનીઅન) ઉપરથી મોટાં ચક્કરો (વ્હીલ્સ) મારફતે મેન્ડ્રીલને મળતી હોવાથી મેન્ડ્રીલ ઘણી ધીમી ઝડપે ફરે છે.

જો સઘળાં ચક્કરોના પીચ એક સરખા રાખવામાં આવે, તો પીનીઅન (નાનાં ચક્કર) અને વ્હીલ (મોટાં ચક્કર)ના દાંતાની સંખ્યાનો સરવાળો દરેક બાબતમાં એક સરખો રહે છે. થીઅરી પ્રમાણે મેન્ડ્રીલ ઉપરનું વ્હીલ અને તેની સાથે ગીઅર થતું એક શાફ્ટ ઉપરનું પીનીઅન એક શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ અને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પીનીઅન કરતાં વધારે બળવાન પીચનાં હોવાં જોઈએ, કારણ કે તેના દાંતા ઉપર જે દબાણ આવે છે તે વધુ હોય છે, પણ સઘળાં વ્હીલો અને પીનીઅનો એક સરખાં બનાવવાનો સામાન્ય વ્યવહાર છે.

બેક ગીઅરીંગ વડે જે હેતુ પાર પડે છે તે આપણે આગળ જોયો છે. લેથ મેન્ડ્રીલને ઝડપોના બે જુથ (સેટ set) વડે ચલાવી શકાય છે:—પહેલી ઝડપી ચાલ કે જ્યારે બારીક કાપ લેવામાં આવે છે, અને બીજી ધીમી ચાલ કે જ્યારે ભારે કાપો લેવામાં આવે છે. આ બાબતમાં ગીઅરીંગને લીધે વધારાનો યાંત્રિક લાભ (પરચેઝ અથવા મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) મળે છે, જેથી કાપ લેનારાં ઓજારને જે વધારાનો અવરોધ (resistance) નડે તે દુર કરવા શક્તિમાન થવાય છે. વળી જુદા જુદા વ્યાસના દાગીનાઓ માટે કાપ લેવાની ઝડપ લગભગ એક સરખી રાખી શકાય છે.

સ્પીડ કોનનાં માપ ડ્રાઈવીંગ કોન અથવા કાઉન્ટર કોન (કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની કોન પુલી)ના આંટાની સંખ્યા, અને વ્હીલ તથા પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા હવે આપણે ધારી લઈશું જેથી ગીઅરીંગ વડે મળતો લાભ (પરચેઝ ઓફ ગીઅર) અથવા ગીઅરીંગને લીધે મેન્ડ્રીલની ઝડપનો પ્રમાણમાં થતો ઘટાડો મેળવી શકાય.

દાખલો ૧—એક ૧૨ ઇંચના લેથના ફાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ (પુલી) છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન (કાઉન્ટર કોન) દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે. મોટાં ચક્કરો (વ્હીલ્સ)ને ૪૫ દાંતા અને નાનાં ચક્કરો (પીનીઅન)ને ૧૫ દાંતા છે, તો ગીઅરીંગ વડે મળતો લાભ શોધો, અને મેન્ડ્રીલની મળી શક્તિ ઝડપો શોધો.

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{ડ્રાઈવરના દાંતાની સંખ્યાનો ગુણાકાર}}{\text{ફોલોઅરના દાંતાની સંખ્યાનો ગુણાકાર}}$$

$$= \frac{૧૫ \times ૧૫}{૪૫ \times ૪૫} = \frac{૧}{૯}$$

એટલે સ્પીડ કોન ૯ આંટા ફરે તો મેન્ડ્રીલ ૧ આંટો ફરશે.

∴ ગીઅરીંગ વડે મળતો લાભ = <u>૯ : ૧</u>

$$\text{સ્પીડના વ્યાસોમાં થતો વધારો} = I = \frac{D - d}{N - ૧}$$

$$= \frac{૧૪ - ૮}{૪ - ૧} = \frac{૬}{૩}$$

$$= ૨ \text{ ઇંચ}$$

∴ સ્પીડના વ્યાસો = ૮", ૧૦", ૧૨" અને ૧૪" છે.

સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ છે, માટે મેન્ડ્રીલ ૮ જુદી જુદી ઝડપે ફેરવી શકાશે; ૪ ઝડપો ગીઅરીંગ વગર અને ૪ ઝડપો ગીઅરીંગ સાથે મળશે.

ગીઅરીંગ વગર—

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૪}{૮} = \underline{૨૧૦ \text{ આંટા}} \quad (૧)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૨}{૧૦} = \underline{૧૪૪ \text{ આંટા}} \quad (૨)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૦}{૧૨} = \underline{૧૦૦ \text{ આંટા}} \quad (૩)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૮}{૧૪} = \underline{૬૮\cdot૫૭ \text{ આંટા}} \quad (૪)$$

ગીઅરીંગ સાથે—

ગીઅરીંગને લીધે સ્પીડ કોન કરતાં મેન્ડીલની ઝડપ ૯ ગણી ઓછી થશે, માટે

$$\frac{૨૧૦}{૯} = \underline{૨૩\cdot૩ \text{ આંટા}} \quad (૫)$$

$$\frac{૧૪૪}{૯} = \underline{૧૬ \text{ આંટા}} \quad (૬)$$

$$\frac{૧૦૦}{૯} = \underline{૧૧\cdot૧ \text{ આંટા}} \quad (૭)$$

$$\frac{૬૮\cdot૫૭}{૯} = \underline{૭\cdot૬૨ \text{ આંટા}} \quad (૮)$$

દાખલો ૨—એક લેથમાં જ્યારે પટો કોનના અમુક સ્પીડ ઉપર હોય અને બેક ગીઅરીંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે તે લેથની મેન્ડ્રીલ દર મીનીટે ૧૪૪ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જ્યારે પટાને તેજ સ્પીડ ઉપર રાખી બેક ગીઅરીંગ કરવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડીલની ઝડપ ઘટીને ૯ આંટા થાય છે, તો બેક ગીઅરીંગમાં મોટાં ચક્કરો અને નાનાં ચક્કરોમાં દાંતા કેટલા હશે?

જ્યારે બેક ગીઅરીંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે કોનના જેટલાજ આંટા મેન્ડ્રીલ પણ ફરે છે. કોન દર મીનીટે ૧૮૦ આંટા ફરે છે, માટે

$$\text{ગતિનું પ્રમાણુ} = \frac{\text{ફોલોઅરના આંટા}}{\text{ડ્રાઇવરના આંટા}} = \frac{\text{ડ્રાઇવરમાં દાંતા}}{\text{ફોલોઅરમાં દાંતા}}$$

$$= \frac{૯}{૧૪૪} = \frac{૧}{૧૬} = \frac{૧}{૪} \times \frac{૧}{૪} = \underline{\frac{૧૨}{૪૮} \times \frac{૧૨}{૪૮}}$$

દાખલો ૩—એક લેથ ઉપર એક ગીઅરીંગ વાપરીને ૩ ઈંચ વ્યાસની શાફ્ટ ટર્ન કરવામાં આવે છે; કાપ લેતી વેળા ઓજારની અણી આગળ આવતું જોર ૯૬૦ પૌંડ છે; મોટાં ચક્રનો વ્યાસ ૧૬ ઈંચ અને નાનાંનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે, તો તેમાં દરેક મોટાં અને નાનાં ચક્રની પીચ લાઈન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધો.

સીંગલ, ડબલ, ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબમાં ચક્રોના દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધતાં આપણે આગળ શીખી ગયા કે ચક્રોની પીચ લાઈન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણોના આર્મ અથવા લીવરેજ વ્હીલ અને પીનીઅનની ત્રિજ્યાઓ છે.

કાપ લેતી વેળા ઓજારની અણી આગળ આવતું જોર ૯૬૦ પૌંડ છે જેનો લીવરેજ શાફ્ટની ત્રિજ્યા બરાબર છે જે $\frac{૩}{૨}$ = ૧½ ઈંચ છે, અને આ જોરનું મોમેન્ટ મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં મોટાં ચક્ર (વ્હીલ) અને તેની સાથે ગીઅર થતાં એક શાફ્ટ ઉપરનાં નાનાં ચક્ર (પીનીઅન)ની જોડી વચ્ચેનાં દબાણ Rનાં મોમેન્ટની બરાબર છે; દબાણ Rનો લીવરેજ વ્હીલની ત્રિજ્યા બરાબર છે જે $\frac{૧૬}{૨}$ = ૮ ઈંચ છે, ત્યારે મોમેન્ટના નિયમ પ્રમાણે—

$$૯૬૦ \times ૧\tfrac{૧}{૨} = R \times ૮$$

$$\therefore R = \frac{૯૬૦ \times ૩}{૨ \times ૮} = \underline{૧૮૦ \text{ પૌંડ}}$$

એક શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં ચક્ર અને તે સાથે ગીઅર થતાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં નાનાં ચક્રની જોડી સાથે સંબંધમાં લેતાં ૧૮૦ પૌંડનાં દબાણ Rનો લીવરેજ નાનાં ચક્રની ત્રિજ્યા જેટલો એટલે $\frac{૬}{૨}$ = ૩ ઇંચ છે, અને ૧૮૦ પૌંડનાં દબાણનું આ મોમેન્ટ એક શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં ચક્ર અને તે સાથે ગીઅર થતાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં નાનાં ચક્રની જોડી વચ્ચેનાં દબાણ Sનાં મોમેન્ટની બરાબર છે. આ વેળાએ દબાણ Sનો લીવરેજ મોટાં ચક્રની ત્રિજ્યા જેટલો એટલે $\frac{૧૬}{૨}$ = ૮ ઈંચ છે, ત્યારે

$$૧૮૦ \times ૩ = S \times ૮$$

$$\therefore S = \frac{૧૮૦ \times ૩}{૮} = \underline{૬૭.૫ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૪—એક લેથનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વ્હીલ અને પીની-અનને અનુક્રમે ૪૨ અને ૧૨ દાંતા છે; બેક શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલને ૪૫ દાંતા છે; અને સઘળાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સના દાંતાના પીચ એક સરખા છે, તો બેક શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે?

આગળ આપણે શીખી ગયા કે સઘળાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સ (મોટાં અને નાનાં દાંતાનાં ચક્કરો)ના પીચ એક સરખા રાખવામાં આવે તો વ્હીલ અને પીનીઅનની દરેક જોડીમાંના દાંતાનો સરવાળો બીજી જોડીમાંના દાંતાના સરવાળાની બરાબર છે, માટે

૪૨ + પીનીઅનના દાંતા = ૪૫ + ૧૨

∴ પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા = ૫૭ − ૪૨ = ૧૫ દાંતા

આકૃતિ ૮૨ અને ૮૩માં બતાવેલા ફ્રાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં મેન્ડ્રીલ Dના જર્નલ્સ (journals બેરીંગમાં ફરતા શાફ્ટના ભાગ) શંકુ આકારના બનાવેલા છે જે પીતળની બેરીંગમાં ફરે છે. જમણા હાથ તરફનો શંકુ આકારનો જર્નલ મેન્ડ્રીલ D ઉપરજ બનાવેલો છે, અને ડાબા હાથ તરફનો અથવા પાછલો જર્નલ છુટો શંકુ આકારનો બુશ બનાવી તેને ફેધર કી (feather key) વડે મેન્ડ્રીલ ઉપર સંભાળ-પૂર્વક બેસાડેલો છે, જેથી જ્યારે બેરીંગ ઘસાઈ જાય ત્યારે નટ P અને ચેક નટ Q ને ટાઈટ (સજ્જડ) કરવાથી મેન્ડ્રીલ Dને બરાબર ચોક્કસ ફીટ કરી શકાય છે (જુઓ આકૃતિ ૮૨).

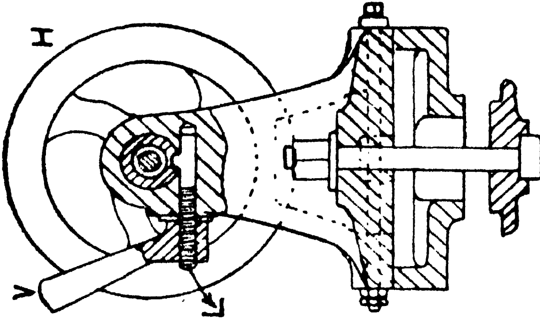
શંકુ આકારના જર્નલવાળી મેન્ડ્રીલ ઘણે ભાગે નાના લેથોમાં વપરાય છે. એમાં જમણા હાથ તરફના અથવા આગલા જર્નલનો શંકુ ડાબા હાથ તરફના અથવા પાછલા જર્નલના શંકુ કરતાં મોટા ખુણાવાળો બનાવવામાં આવે છે. આનું કારણ એ છે કે દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળા આવતાં દબાણને લીધે મોટા ખુણાવાળી આગલી બેરીંગમાં મેન્ડ્રીલ જકડાઈ જવાનો સંભવ ઓછો રહે છે, અને પાછલા જર્નલના કોનનો ખુણો નાનો હોવાથી જર્નલને બેરીંગમાં બરાબર ફીટ ગોઠવવા માટે તે વધારે અસરકારક છે. શંકુ આકારના

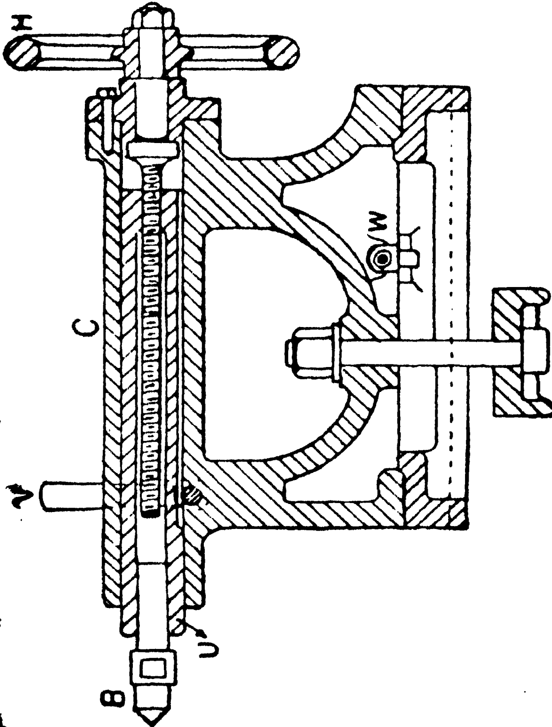
જર્નલવાળી મેન્ડ્રીલ ભારે કાપ લેતી વેળા આવતાં દબાણને લીધે બેરીંગમાં જકડાઈ જવાનો સંભવ રહેતો હોવાથી મોટા લેથોમાં તે વાપરવામાં આવતી નથી.

કાપ લેતી વેળાનું કાપનું દબાણ લેવાને માટે સઘળા લેથોની મેન્ડ્રીલ, પછી ગમે તો તે શંકુ આકારના જર્નલવાળી હોય અથવા નળાકાર જર્નલવાળી હોય તેને પાછલે છેડે સખત પોલાદની એક ટેલ પીન (tail pin) T પુરી પાડેલી હોય છે અને આ ટેલ પીનને ગોઠવી શકાય એવી રચના પુરી પાડેલી હોય છે જેથી મેન્ડ્રીલ બેરીંગમાં ટેકવાય છે અને ટેલ પીન ઉપર ધક્કા આવે છે (જુઓ આકૃતિ ૮૨).

લુસ અથવા ટેલ હેડસ્ટોક અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક (Loose or Tail or Moveable Headstock)—ઉપર આપણે જે ફાસ્ટ હેડસ્ટોક વિષે વર્ણન કર્યું છે તે સ્થાઈ હોય છે, એટલે લેથ બેડ (bed) ઉપર તેનું સ્થાન બદલવામાં આવતું નથી, પણ લુસ અથવા ટેલ હેડસ્ટોકનું સ્થાન સેન્ટરો (centres) વચ્ચે ટેકવવાના દાગીનાની જુદી જુદી લંબાઈનાં પ્રમાણમાં ગોઠવવું પડે છે. આકૃતિ ૮૪માં લુસ અથવા ટેલ અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક બતાવ્યો છે. આ હેડસ્ટોકને બોલ્ટ અને કલેમ્પની મદદ વડે કોઈ પણ સ્થાને લેથ બેડ ઉપર પકડી શકાય છે. આ હેડસ્ટોકનો નીચલો ભાગ અને ઉપલો ભાગ છુટા બનાવી જોડેલા હોય છે, અને ઉપલા ભાગને બાજુમાં આપેલા સ્ક્રુ Wની મદદ વડે આમતેમ બાજુએ હઠાવી શકાય છે, જેથી તેમાંનાં સેન્ટરને ફાસ્ટ હેડસ્ટોકનાં મધ્યની બરાબર ગોઠવી શકાય છે અથવા ટેપર ટર્નીંગ માટે (taper turning એટલે શંકુ આકારના દાગીના ખરાદવા માટે) તેને એક અથવા બીજી બાજુએ હઠાવી શકાય છે જેથી તેમાંનાં પોલાદનાં સેન્ટરને ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકનાં મધ્યની બહાર (આઉટ ઓફ સેન્ટર) લાવી શકાય છે. આ લુસ હેડસ્ટોકને ઉપલે ભાગે નળાકાર બેરલ C બનાવેલું છે જેમાં એક છેડેથી બીજે છેડે સુધી આરપાર વેહ કોરેલો છે. આ

વેહમાં એક પોલાદનો પોકળ સ્પીન્ડલ U બેસાડેલો છે, જેમાં અવળા આંટાવાળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) સ્ક્રુની નટ માટેના ચોરસ આંટા કાપેલા છે, અને તેમાં ચોરસ અવળા આંટાવાળો સ્ક્રુ S બેસાડેલો છે. આ સ્ક્રુ માત્ર ગોળ ફરી શકે એમ છુટો રાખી આમ તેમ ચાલતો અટકાવવામાં આવે છે, અને તેમ કરવા માટે તે સ્ક્રુ ઉપર એક કોલર બનાવેલી છે જે હેડ સ્ટોકમાંની સ્ક્રુની બેરીંગની અંદરની બાજુ ઉપર અડકેલી રહે છે અને બેરીંગની બહારની બાજુએ સ્ક્રુને છેડે એક હેન્ડ વ્હીલ H ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે. જો હેન્ડ વ્હીલ વડે સ્ક્રુ Sને ફેરવવામાં આવે ત્યારે પોકળ સ્પીન્ડલ U ફરી શકતો ન હોવાથી તે સ્ક્રુની ફરવાની દિશા પ્રમાણે અંદર અથવા બહાર નીકળે છે. પોકળ સ્પીન્ડલ Uના આગલા છેડામાં ટેપર વેહ





આકૃતિ ૮૪

બનાવેલો હોય છે જેમાં પોલાદનું સેન્ટર B બેસે છે. આ રચનાની મદદ વડે લુસ હેડસ્ટોકને ઢીલો કરી લેધ બેડ ઉપર ખસેડયા વિના સેન્ટરને ગોઠવી શકાય છે. દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળા ઓજારનાં કાપવાનાં કાર્યને લીધે જે કંપન (vibration) થાય છે તેને લીધે સ્પીન્ડલ U સેન્ટર સાથે ધીમે ધીમે પાછળ હઠે છે, જેથી દાગીનો નીકળી પડે છે. આમ થતું અટકાવવા માટે સ્પીન્ડલ Uને પકડવા માટે હેડસ્ટોકમાં એક લોકીંગ બોલ્ટ L બેસાડેલો છે, જે બોલ્ટને હાથા Vની મદદ વડે સ્પીન્ડલ U સાથે સજ્જડ અથડાવી દબાવવામાં આવે છે. આ બોલ્ટ ઉપર આકૃતિમાં દેખાડયા પ્રમાણે એક ચાવીનો ટુકડો બનાવેલો છે જે સ્પીન્ડલની નીચે બનાવેલા ચાવીના ગાળામાં બેસે છે, જેથી સ્ક્રુ સાથે સ્પીન્ડલ ફરતો અટકે છે.

કમ્પાઉન્ડ સ્લાઈડ રેસ્ટ (Compound Slide Rest)—સ્ક્રુ કટીંગ લેધના કમ્પાઉન્ડ સ્લાઈડ રેસ્ટમાં જુદી જુદી ફીડ (ઓજારની ચાલ)ની ગતિઓ પુરી પાડેલી હોય છે. સ્લાઈડ રેસ્ટની નીચલી બેઠક જેને સેડલ (saddle) કહે છે તેને લેધ બેડની લંબાઈની દિશાની ગતિ જેને **ટ્રેવર્સીંગ (traversing) ગતિ** કહે છે, તે હોય છે. સેડલ ઉપર એક સ્લાઈડ બેસાડેલી છે જેને લેધ બેડની આડે એટલે કાટખુણાની દિશામાં ચાલ હોય છે જેને **સરફેસીંગ (surfacing) ગતિ** કહે છે, અને આ સ્લાઈડને **સરફેસીંગ સ્લાઈડ (surfacing) slide)** કહેવામાં આવે છે. સરફેસીંગ સ્લાઈડ ઉપર ગોળાકાર પ્લેટ સાથે એક બીજી સ્લાઈડ જેને **ટ્રેવર્સીંગ સ્લાઈડ (traversing slide)** કહે છે તે બેસાડેલી છે. આ સ્લાઈડ લેધ બેડની લંબાઈની દિશામાં હાથ વડે ચાલે છે. આ સ્લાઈડને ગોળાકાર પ્લેટ ઉપર કોઈ પણ ઈચ્છિત ખુણે ગોઠવી ટેપર (ત્રાંસી) ફીડ પણ મેળવી શકાય છે. આ ઉપલી ટ્રેવર્સીંગ સ્લાઈડ ઉપર ટુલ–હોલ્ડર (ઓજારને પકડવા માટેની રચના) આપેલું હોય છે, જેમાં કાપ લેનારાં ઓજાર (cutting tool)ને પકડવામાં આવે છે.

જે દાગીનાનાં મધ્યના વેહ લેથ ઉપર કોરવાના હોય, જેવા કે એનજીનનાં સીલીન્ડર, પમ્પનાં બેરલ વિગેરે, તેવા દાગીનાને સેડલ ઉપર બોલ્ટ વડે પકડવા માટે સેડલની ઉપલી બાજુ ઉપર T આકારના ગાળાઓ આપેલા હોય છે. આવા દાગીનાઓ સેડલ ઉપર બાંધવા માટે સ્લાઈડ રેસ્ટને સેડલ ઉપરથી કાઢી લેવો પડે છે. લીડીંગ સ્ક્રુ વડે સેડલને મળતી લેથ બેડની લંબાઈની દિશાની (ટ્રેવર્સીંગ) ગતિથી તદન સ્વતંત્ર એક બીજી ઝડપી હાથ વડે આપવામાં આવતી બેડની લંબાઈની દિશાની (ટ્રેવર્સીંગ) ગતિ રેક અને પીનીઅન (rack and pinion)ની મદદ વડે સેડલને આપી શકાય છે. આ પ્રમાણેની ગતિ હાથ વડે આપવા માટે આકૃતિ ૮૫માં દેખાડયા પ્રમાણે લેથની આગલી બાજુએ સ્પીન્ડલ K ઉપર બેસાડેલી ભુંગળી (સોકેટ socket) ને છેડે બેસાડેલો હાથો ફેરવવામાં આવે છે, જેથી તેજ ભુંગળીના અંદરના છેડા ઉપર બેસાડેલું પીનીઅન (૪) ફરે છે, અને પીનીઅન (૪) સાથે વ્હીલ (૫) ગીઅરમાં (જોડાણમાં) હોવાથી તે ફરવાથી તેની સાથનું રેક-પીનીઅન (૬) પણ ફરે છે જે લેથની આગલી બાજુ ઉપર સ્ક્રુઓની મદદ વડે બેસાડેલા રેક સાથે ગીઅર થતું હોવાથી લેથની લંબાઈની દિશામાં સેડલ ચાલે છે. જુઓ આકૃતિ ૮૫.

સ્લાઈ રેસ્ટને મન્ડ્રીલ ઉપરથી બે જુદી જુદી રીતે પોતાની મેળે ચલાવવામાં આવે છે. લેથ બેડની આગલી બાજુએ આપેલા લીડીંગ સ્ક્રુ (leading screw)નો ઉપયોગ માત્ર સ્ક્રુ-કટીંગ એટલે સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે કરવામાં આવે છે, જેથી તેની ઉપર વધુ ઘસારો આવતો અટકે છે. આ લીડીંગ સ્ક્રુને બેડના પાછલા છેડા આગળ આપેલાં દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ change wheels) વડે ચલાવવામાં આવે છે. મેન્ડ્રીલની ફરવાની ઝડપ સાથે સરખાવતાં લીડીંગ સ્ક્રુનાં ફરવાની જુદી જુદી ઝડપો આ દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)ને બદલવાથી મળી શકે છે, જેથી દાગીના ઉપર જુદા જુદા પીચના આંટા કાપી શકાય છે. નક્કી કરેલા દાંતાનાં ચક્કરોને બેસાડવાનું

આકૃતિ ૮૫

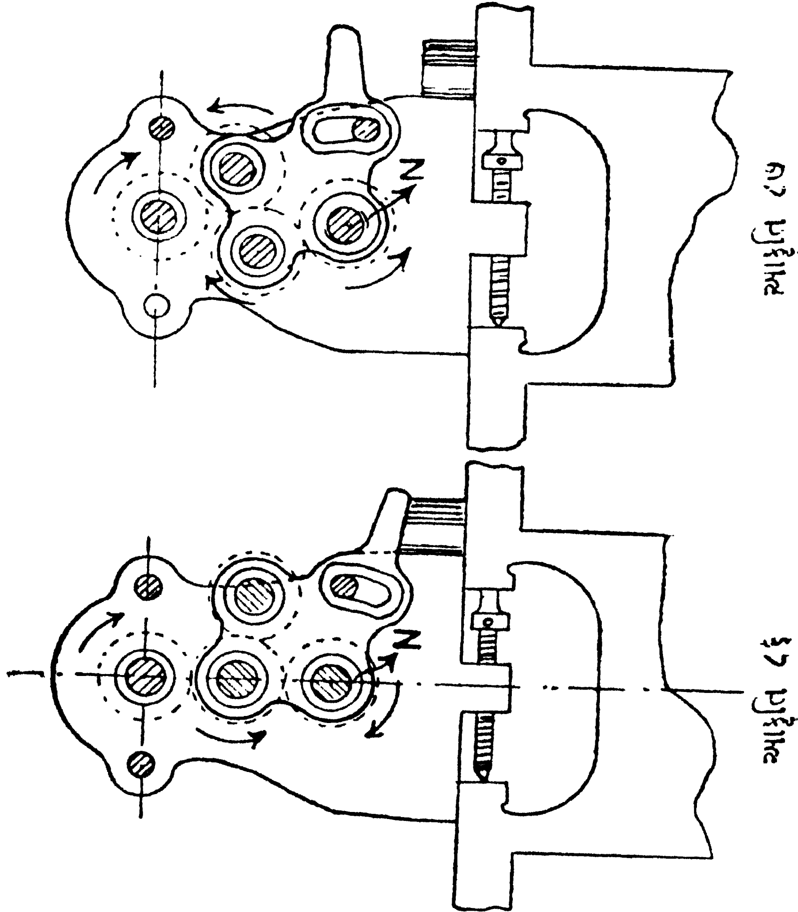
સુગમ પડે માટે રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાડ્રન્ટ (radial arm or quadrant) ઉપર એક વચગાળેની પીન બેસાડેલી છે. આ આર્મને જુદા જુદા જોઈતા ખુણાઓએ પકડી શકાય છે. લીડીંગ સ્ક્રુમાં બેસતી આવતી નટના બે અર્ધ ટુકડાઓને હાથની મદદ વડે લીડીંગ સ્ક્રુના આંટામાં ભેરવવાથી લીડીંગ સ્ક્રુ સેડલ સાથે જોડાય છે અને સેડલને પોતાની મેળેની સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેની ગતિ મળે છે. નટના ટુકડાઓને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરથી છુટા કરવાથી સેડલનું લીડીંગ સ્ક્રુ સાથનું જોડાણ છુટું થાય છે, જેથી સેડલને ગતિ મળતી અટકે છે. કોઈ કોઈ વાર નટનો નીચલો અર્ધ ભાગ ન આપતાં માત્ર ઉપલો અર્ધ ભાગ આપવામાં આવે છે.

સ્લાઈડ રેસ્ટને બેડની પાછલી બાજુએ આપેલી બેક શાફ્ટ ઉપરથી પણ ચલાવી શકાય છે. બેક શાફ્ટને મેન્ડ્રીલ ઉપરથી ચેન્જ વ્હીલ્સની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. કેટલાક લેથમાં બેક શાફ્ટને મેન્ડ્રીલ ઉપરથી પટાની મદદ વડે ચલાવવાની રચના આપવામાં આવે છે, પણ દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) વડે ચલાવવાની રીત વધુ સારી છે, કારણ કે લેથ ઉપર જોઈએ તે કરતાં વધુ જોર આવવાથી પટાને સરકવાનો (સ્લીપ થવાનો) વધુ સંભવ રહે છે. બેક શાફ્ટ સાથે સેડલનું જોડાણ તપાસતાં માલમ પડશે કે બેક શાફ્ટ ઉપર તેની લંબાઈએ સરી શકે એમ એક વર્મ W ફેધર કી (feather key) વડે બેસાડેલું છે, અને બેક શાફ્ટની આખી લંબાઈએ ચાવીનો ગાળો આપેલો હોવાથી વર્મને સેડલ સાથે ચલાવી બેક શાફ્ટનાં કોઈપણ સ્થાને લાવી શકાય છે. આકૃતિ ૮૫માં જોતાં જણાશે કે બેક શાફ્ટનાં ફરવાથી વર્મ Wને ગતિ મળે છે અને ત્યાંથી વર્મ પીનીઅન (૨) ઉપરથી થઈને સ્પીન્ડલ K ઉપર ચાવીથી બેસાડેલાં દાંતાનાં ચક્કર (૩)ને ગતિ મળે છે, જેથી સ્પીન્ડલ K ઉપર આગલી બાજુએ બેસાડેલું પીનીઅન (૪) ફરે છે. આ પીનીઅન (૪) વ્હીલ (૫) સાથે ગીઅરમાં હોવાથી તે ફરે છે, અને સાથે રેક-પીનીઅન (૬)ને ફેરવે

છે. રેક–પીનીઅન લેથની આગલી બાજુએ સજ્જડ કરેલા રેક સાથે ગીઅર થયલું હોવાથી સેડલને પોતાની મેળેની (સેલ્ફ–એકટીંગ) બેડની લંબાઈની દિશાની (એટલે ત્રેવર્સીંગ traversing) ગતિ મળે છે. જ્યારે મરજી પડે ત્યારે પીનીઅન (૪)ને તેના સ્પીન્ડલ K ઉપર તુરત ઢીલું કરી શકાય છે, જેથી સેડલની પોતાની મેળેની ચાલ બંધ પડે છે. આમ કરવા માટે પીનીઅન (૪)ને એક બાજુએ ઉંડો કાઉન્ટરસંક (countersunk) કરેલો છે, અને તેને સ્પીન્ડલ K ઉપર શંકુ આકારની ખાંધ (shoulder) સામે ઢીલું બેસાડેલું છે. આ ખાંધની શંકુ આકારની સપાટી પીનીઅનના કાઉન્ટરસંકમાં બેસે છે. આ આકૃતિ ૮૫માં L આગળ બતાવ્યું છે. સ્પીન્ડલ Kના આંટાવાળા આગલા છેડા ઉપર આપેલી નટ Mની મદદ વડે સ્પીન્ડલ Kની શંકુ આકારની ખાંધને પીનીઅન (૪)ના કાઉન્ટરસંકમાં ખેંચવાથી પીનીઅન (૪) સ્પીન્ડલ K સાથે મજબુત પકડાય છે અને તેની સાથે ફરવા માંડે છે. નટ M ઢીલી કરવાથી પીનીઅન (૪) સ્પીન્ડલ K ઉપર તુરત ઢીલું થઈ જશે અને ફરતું અટકશે.

એજ પ્રમાણે પોતાની મેળેની (સેલ્ફ–એકટીંગ) સરફેસીંગ ફીડ મેળવવા માટે સ્પીન્ડલ K ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં વ્હીલ (૩)ને સરફેસીંગ સ્લાઈડના સ્ક્રુ ઉપરનાં પીનીઅન (૧) સાથે ગીઅર કરેલું છે. આ પીનીઅન (૧)ની બન્ને બાજુએ કાઉન્ટરસંક બનાવેલા છે અને તેને સરફેસીંગ સ્ક્રુ ઉપર શંકુ આકારની ખાંધ સામે ઢીલું બેસાડેલું છે. સરફેસીંગ સ્ક્રુ પોકળ બનાવેલો છે, અને તેના વેહમાંથી એક સળીયો S પસાર થાય છે. આ સળીયાને પાછલે છેડે એક શંકુ આકારની કોલર (conical collar) જોડેલી છે જે પીનીઅન (૧)ની પાછલી બાજુ ઉપરના કાઉન્ટરસંકમાં બેસે છે, અને સળીયાનો આંટાવાળો આગલો છેડો સ્ક્રુમાંથી બહાર નીકળેલો છે અને તે ઉપર એક નટ Nચઢાવેલી છે, જે નટને ટાઈટ (સજ્જડ) કરવાથી આ બે શંકુઓને પીનીઅન (૧)ના બન્ને કાઉન્ટરસંકમાં ભેગા ખેંચવામાં

આવે છે જેથી પીનીઅન (૧) સરફેસીંગ સ્ક્રુ સાથે મજબુત પકડાય છે, અને તેથી પીનીઅન (૧) સાથે સરફેસીંગ સ્ક્રુ પણ ફરવા માંડે છે. નટ N ઢીલી કરવાથી પીનીઅન (૧) સરફેસીંગ સ્ક્રુ ઉપર તુરત ઢીલું થઈ જશે અને સરફેસીંગ સ્ક્રુ ફરતો અટકશે. (જુઓ આકૃતિ ૮૫).



આકૃતિ ૮૪

આકૃતિ ૮૫

ટમ્બ્લર ગીઅર—સ્ક્રુના આંટા કાપવામાં (સ્ક્રુ-કટીંગમાં) સવળા (રાઈટ હેન્ડ) અથવા અવળા (લેફ્ટ હેન્ડ) આંટા મેળવવાને માટે અને સાદા

દાગીના ઉપર બન્ને દિશામાં લબાઈએ કાપ લેવાને માટે ઉપર વર્ણવેલી આ જુદી જુદી ચાલો (motions)ને ઉલટાવવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે ચાલો ઉલટી કરવા માટે સ્ટડ (stud) N ઉપર ફરતી એક ફ્રેમ અથવા રોકર (rocker) ઉપર ટેકવેલાં ત્રણ નાનાં દાંતાનાં ચક્કરો વપરાય છે જેને **"ટમ્બ્લર ગીઅર" (tumbler gear)** કહે છે. જ્યારે રોકરને આકૃતિ ૮૬માં દેખાડયા પ્રમાણેનાં સ્થાને પકડવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડ્રીલ જે સવળી (રાઈટ્ હેન્ડેડ) દિશામાં ફરે છે તેજ ગતિ દાંતાનાં ચક્કર Nને મળશે. પણ જ્યારે રોકરનું સ્થાન બદલીને આકૃતિ ૮૭માં દેખાડયા પ્રમાણેનાં સ્થાને પકડવામાં આવે છે ત્યારે દાંતાનાં ચક્કર Nને ઉલટી ગતિ મળે છે; આ વેળાએ અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવા માટેની ચાલ મળે છે.

સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (change wheels બદલી શકાય એવાં દાંતાનાં ચક્કરો)ના દાંતાની સંખ્યા શોધવાની રીત—સ્ક્રુ કટીંગ લેથમાં સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે લેથ સાથે ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) પુરાં પાડવામાં આવે છે. આ ચેન્જ વ્હીલ્સનો સંપૂર્ણ સટ (Set) ઘણું કરીને ૨૨ વ્હીલ્સનો હોય છે, જેમાં ૨૦થી ૧૨૦ દાંતાનાં ચક્કરો સુધીમાં પાંચ પાંચ દાંતાનો વધારો આપેલો હોય છે, અને બે ચક્કરો દાંતાની એકજ સરખી સંખ્યાનાં આપવામાં આવે છે, જે ઘણું કરીને ૫૦ અથવા ૬૦ દાંતાનાં હોય છે, જે જ્યારે લીડીંગ સ્ક્રુના પીચ જેટલાજ પીચના આંટા કાપવાના હોય ત્યારે વાપરી શકાય છે, જેથી ચક્કરોની એક કરતાં વધુ જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર પડતી નથી.

અમુક પીચનો સ્ક્રુ કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સની ગણત્રી કરવા માટે લીડીંગ સ્ક્રુના અને કાપવાના સ્ક્રુના પીચનું પ્રમાણ જાણવાની જરૂર હોય છે, તેમજ ડ્રાઇવીંગ વ્હીલ (ચલાવનારાં ચક્કર) અને ડ્રીવન વ્હીલ (ચાલનારાં ચક્કર) કઇ જગ્યાએ મુકવાં જોઇએ તે પણ બરાબર જાણવું જોઇએ. પહેલું ડ્રાઇવીંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલ

ફ્રાસ્ટ હેડ સ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપર પાધરૂં બેસાડવામાં આવે છે અથવા તો એક નાની જુદી શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે જે શાફ્ટ ઉપરથી તે વ્હીલને ટમ્બ્લર ગીઅરની મારફતે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર કરી શકાય છે. ઈન્ટરમીડીએટ વ્હીલને એક ખસી શકે એવા સ્ટડ અથવા પીન ઉપર બેસાડવામાં આવે છે જેને રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાડ્રન્ટમાં આપેલા ગાળામાં ઇચ્છિત સ્થાને સજ્જડ કરી શકાય છે. છેલ્લાં ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં વ્હીલને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર સીધું બેસાડવામાં આવે છે. સઘળાં ચેન્જ વ્હીલ્સમાં ચાવીના ગાળા આપેલા હોય છે અને શાફ્ટ ઉપર યોગ્ય માપની ફેધર કી આપેલી હોય છે.

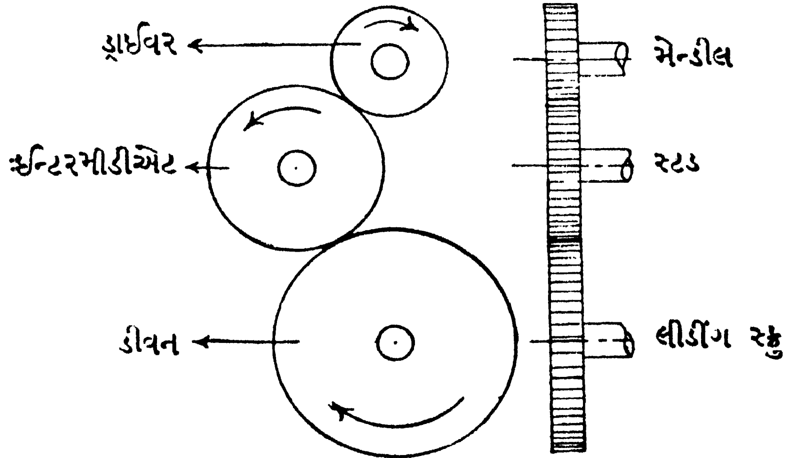
ચેન્જ વ્હીલ્સ એટલે દાંતાનાં ચક્કરો શોધવાની અગાઉ લીડીંગ સ્ક્રુના અને કાપવાના સ્ક્રુના પીચનું પ્રમાણ શોધવું જોઈએ. જો લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ૧/૨ ઇંચ હોય અથવા એક ઇંચમાં બે આંટા હોય તો લીડીંગ સ્ક્રુના એક આંટામાં સેડલ ૧/૨ ઇંચ જેટલું આગળ ખસશે, અને તેજ વેળાએ જે દાગીના ઉપર ઓજાર કાપવાની ક્રિયા કરે છે તે દાગીનો જો એક આંટો ફરે તો તે ઉપર ૧/૨ ઇંચ પીચનો આંટો કપાશે. પરંતુ જો તેટલા વખતમાં દાગીનો બે આંટા ફરે તો પરિણામે ૧/૪ ઇંચ પીચનો આંટો કપાશે, કારણ કે દાગીનાના એક આંટા માટે તે વેળાએ સેડલ એટલે ઓજારની ચાલ ૧/૪ ઇંચ જેટલી થશે. તેટલા માટે એમ માલમ પડશે કે કપાયલા સ્ક્રુનો પીચ આપેલા વખતમાં તે સ્ક્રુના આંટા (રેવોલ્યુશન) અને લીડીંગ સ્ક્રુના આંટા (રેવોલ્યુશન)નાં પ્રમાણ ઉપર આધાર રાખે છે. આપેલા વખતમાં કાપવાના સ્ક્રુના અને લીડીંગ સ્ક્રુના આંટા (રેવોલ્યુશન)ની સંખ્યા વચ્ચેનું કોઈ પણ પ્રમાણ ચેન્જ વ્હીલ્સ વડે મેળવી શકાય છે અને તે મેળવવાની રીત નીચે પ્રમાણે છેઃ— ધારો કે લીડીંગ સ્ક્રુ સવળા આંટાનો ૧/૨ ઇંચ પીચનો છે, અને તેટલાજ પીચનો સવળા આંટાનો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, ત્યારે લીડીંગ સ્ક્રુ અને જે સળીયા ઉપર સ્ક્રુના આંટા કાપવાના છે તે બન્ને એકજ દિશામાં

એકજ સરખા આંટા (રેવેાલ્યુશન) ફરવા જોઈએ. મેન્ડ્રીલ ઉપર કેાઈ પણ દાંતાનું ચક્કર અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર તેટલાજ દાંતાનું ચક્કર બેસાડી તેમનું જોડાણ તેમની વચ્ચે એક સગવડ ભરેલા કેાઈ પણ દાંતાનાં વચલાં (intermediate ઇન્ટરમીડીએટ) ચક્કર વડે કરીને આ પરિણામ મેળવી શકાય છે.

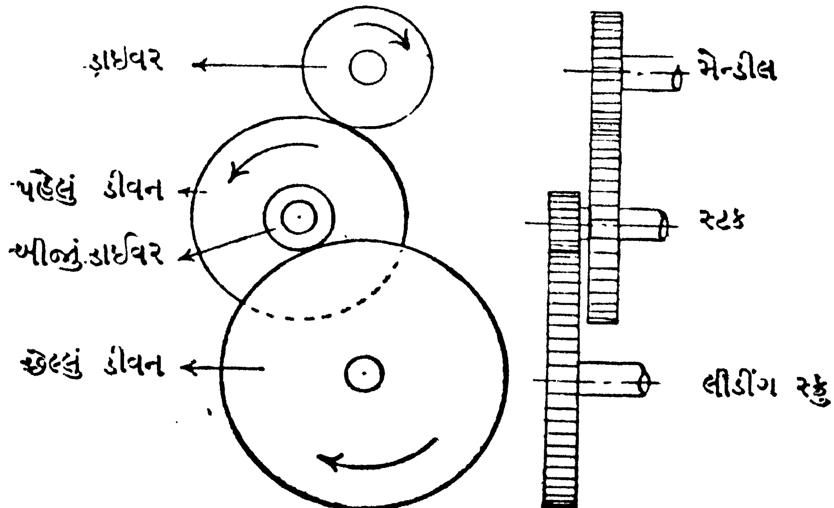
જ્યારે સવળા એટલે રાઇટ હેન્ડેડ સ્ક્રુના આંટા કાપવા હેાય ત્યારે સેડલ લુસ હેડસ્ટૉક તરફથી ફાસ્ટ હેડસ્ટૉક તરફ ચાલે છે. આમ કરવા માટે જો સવળા આંટાનેા લીડીંગ સ્ક્રુ હેાય તેા લીડીંગ સ્ક્રુ અને કાપવાનેા સ્ક્રુ બન્ને એકજ દિશામાં ફરવા જોઈએ; અને અવળા એટલે લેફ્ટ હેન્ડેડ સ્ક્રુના આંટા કાપતી વેળાએ સેડલ ઉલટી દિશામાં એટલે ફાસ્ટ હેડસ્ટૉક તરફથી લુસ હેડસ્ટૉક તરફ ચાલે છે. આ પ્રમાણે લીડીંગ સ્ક્રુનાં ફરવાની દિશા ઉલટાવવા માટે ઘણાખરા લેથેામાં આગળ વર્ણવ્યા પ્રમાણે ફાસ્ટ હેડસ્ટૉકની પાછલી બાજુ ઉપર ટમ્બ્લર ગીઅર અથવા રીવર્સીંગ ગીઅર આપવામાં આવે છે. આ ટમ્બ્લર ગીઅરની મદદ વડે લીડીંગ સ્ક્રુની ફરવાની દિશા ઉલટાવી શકાય છે અથવા ફરતેા તુરત અટકાવી પણ શકાય છે, અને ડ્રાઈવીંગ તથા ડ્રીવન વ્હીલ વચ્ચે વધારાનાં ઇન્ટરમીડીએટ વ્હીલની કશી જરૂર પડતી નથી.

જે લેથેામાં કેાઇપણ આકારનું રીવર્સીંગ ગીઅર (ઉલટાવવાની રચના) બેસાડેલું હેાતું નથી તે લેથેામાં જ્યારે અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવાના હેાય છે ત્યારે લીડીંગ સ્ક્રુની ફરવાની દિશા દાંતાનાં ચક્કરેા વડે ઉલટાવી શકાય છે. આવા લેથેામાં જ્યારે સવળા આંટા કાપવા હેાય અને દાંતાનાં ચક્કરેાની એક જોડી વાપરવાની હેાય ત્યારે ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ એટલે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ચકકર અને ડ્રીવન વ્હીલ એટલે લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ચકકર વચ્ચે આકૃતિ ૮૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ગમે એટલા દાંતાનું એક ઇન્ટરમીડીએટ વ્હીલ મુકવું જોઈએ. પણ જ્યારે દાંતાનાં ચકકરેા (ચેન્જ વ્હીલ્સ)ની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ

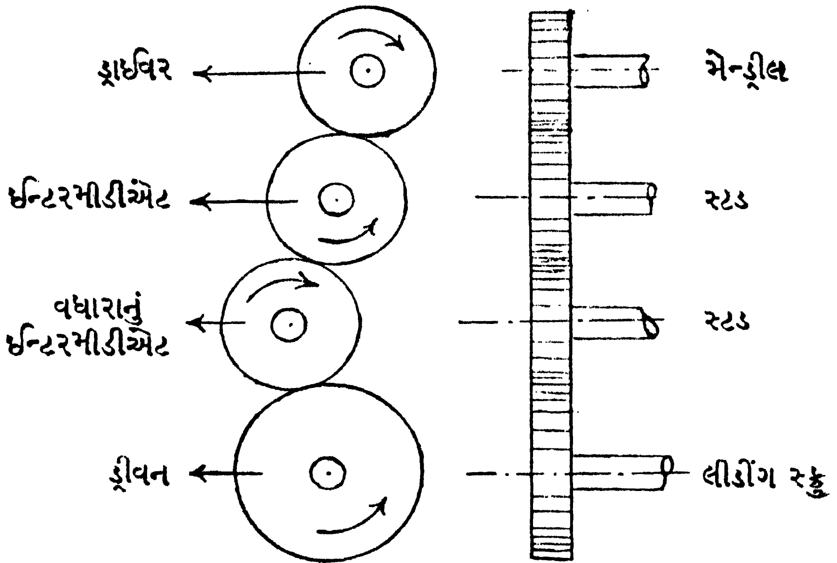
ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે આકૃતિ ૮૯માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ઈન્ટરમીડીએટ વ્હીલની જરૂર પડતી નથી. વળી રીવર્સીંગ ગીઅર વગરના લેથોમાં અવળા આંટા કાપવા હોય અને દાંતાનાં ચક્કરો



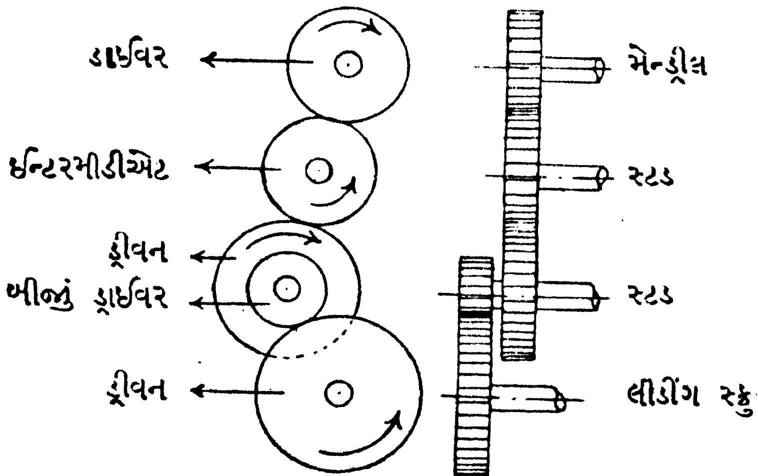
આકૃતિ ૮૮



આકૃતિ ૮૯



આકૃતિ ૯૦



આકૃતિ ૯૧

(ચેન્જ વ્હીલ્સ)ની એક જોડી વાપરવાની હોય ત્યારે મેન્ડીલ ઉપરનાં

ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ડ્રીવન વ્હીલની વચ્ચે ગમે એટલા દાંતાનાં ઈન્ટરમીડીએટ વ્હીલ ઉપરાંત સુગમ પડતા દાંતાની કોઈપણ સંખ્યાનું બીજું વધારાનું વ્હીલ મુકવામાં આવે છે જે આકૃતિ ૯૦માં બતાવ્યું છે. પણ જ્યારે દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે આકૃતિ ૯૧માં દેખાડયા પ્રમાણે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પહેલાં ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ અને ક્વાડ્રન્ટની પીન ઉપરનાં પહેલાં ડ્રીવન વ્હીલ વચ્ચે દાંતાની કોઈ પણ સંખ્યાનું એક વધારાનું વ્હીલ મુકવામાં આવે છે.

જ્યારે દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)ની એકજ જોડી (સાદી ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો શોધવા માટેનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—

$$\frac{\text{કાપવાના સ્ક્રુનો પીચ}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ}} = \frac{\text{ડ્રાઈવીંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

જો દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)ની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો શોધવા માટેનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—

$$\frac{\text{કાપવાના સ્ક્રુનો પીચ}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ}} = \frac{\text{પહેલાં ડ્રાઈવર અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{પહેલાં ડ્રીવન વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}} \times \frac{\text{બીજાં ડ્રાઈવીંગ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{છેલ્લાં ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

ઉપલાં પ્રમાણમાં પીચ અપૂર્ણાંકમાંજ લેવાની ખાસ સંભાળ રાખવી જોઈએ; સ્ક્રુની લંબાઈમાં આટલા આંટા છે એમ પીચ લેવો નહી.

દાખલો ૫—$\frac{1}{4}$ ઈંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર $\frac{1}{8}$ ઈંચ પીચનો એક સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચેન્જ વ્હીલ્સ (ચક્કરો) નક્કી કરો.

$$\frac{\text{કાપવાના સ્ક્રુનો પીચ}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ}} = \frac{\text{મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

$$\frac{\frac{૧}{૪}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૧}{૪} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૧}{૧} \times \frac{૫૦}{૫૦} = \underline{\frac{૫૦}{૫૦}}$$

આ દાખલામાં અને એનેજ મળતા બીજા દાખલામાં જેમાં પ્રમાણ સરખું હોય છે, અથવા બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો લીડીંગ સ્ક્રુના પીચ જેટલાજ પીચનો સ્ક્રુ કાપવાનો હોય છે ત્યારે એકજ સરખી દાંતાની સંખ્યાવાળાં કોઈપણ બે ચક્કર વાપરી શકાય. જો મેન્ડ્રીલ વ્હીલ ૫૦ દાંતાનું લેવામાં આવે તો લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનું વ્હીલ પણ ૫૦ દાંતાનું લેવું.

દાખલો ૬—દર ઇંચે બે આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચનો સ્ક્રુ કાપવાનો છે તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\text{કાપવાના સ્ક્રુનો પીચ}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ}} = \frac{\text{મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{લીડીંગ સ્ક્રુ વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

$$\frac{\frac{૧}{૪}}{\frac{૧}{૨}} = \frac{૧}{૪} \times \frac{૨}{૧} = \frac{૧}{૨} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \underline{\frac{૨૦}{૪૦}}$$

એમાં પ્રમાણ ૧ : ૨નું છે, તેટલા માટે આ પ્રમાણનાં કોઇ પણ ચક્કરો વાપરી શકાય. પ્રમાણની બન્ને સંખ્યાને ૨૦ વડે ગુણવાથી આપણને ૨૦ અને ૪૦ દાંતાનાં ચક્કરો, ૩૦ વડે ગુણવાથી ૩૦ અને ૬૦ દાંતાનાં ચક્કરો, ૪૦ વડે ગુણવાથી ૪૦ અને ૮૦ દાંતાનાં ચક્કરો મળશે, તેટલા માટે આ ચક્કરોની જોડીમાંની કોઈપણ એક જોડી વાપરી શકાય. એમાં નાનું ચક્કર ડ્રાઈવીંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલ છે અને મોટું ડીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ વ્હીલ છે.

દાખલો ૭—$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ વાળા લેથ ઉપર દર ઇંચે ૧૦ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૧}{૧૦}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૧}{૧૦} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૧}{૫} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \underline{\frac{૨૦}{૧૦૦}}$$

એમાં પ્રમાણ ૧ : ૫નું છે, તેટલા માટે આ પ્રમાણનાં કોઇ પણ ચક્કરો વાપરી શકાય. પ્રમાણની બન્ને સંખ્યાને ૨૦ વડે ગુણવાથી આપણને ૨૦ અને ૧૦૦ દાંતાનાં ચક્કરો મળે છે. ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મેન્ડીલ ઉપર અને ૧૦૦ દાંતાનું ચક્કર લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર મુકવું જોઈએ.

દાખલો ૮—દર ઈંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર $\frac{૫}{૮}$ ઇંચના પીચનો એટલે ૫ ઈંચે ૮ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૫}{૮}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૫}{૮} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૫}{૨} \times \frac{૧૦}{૧૦} = \underline{\frac{૫૦}{૨૦}}$$

એમાં મેન્ડ્રીલ ઉપર ૫૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈએ અથવા એજ પ્રમાણનાં બીજાં ચક્કરો પણ ગોઠવી શકાય.

દાખલો ૯—$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર દર ઈંચે એક આંટાવાળો એટલે ૧ ઈંચ પીચનો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૧}{૧}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૧}{૧} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૪}{૧} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \underline{\frac{૮૦}{૨૦}}$$

એમાં મેન્ડીલ ઉપર ૮૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈએ.

દાખલો ૧૦—$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર દર ઇંચે ૯$\frac{૧}{૨}$ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૨}{૧૯}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૨}{૧૯} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૮}{૧૯} \times \frac{૫}{૫} = \underline{\frac{૪૦}{૯૫}}$$

દાખલો ૧૧—દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર ૧$\frac{૧}{૪}$ ઈંચ પીચનો એટલે ૫ ઇંચની લંબાઈમાં ૪ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવા માટેનાં ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૫}{૪}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૫}{૪} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૫}{૧} = \underline{\frac{૧૦૦}{૨૦}}$$

દાખલો ૧૨—$\frac{૨}{૭}$ ઈંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૩$\frac{૧}{૨}$ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૨}{૭}}{\frac{૧}{૨}} = \frac{૨}{૭} \times \frac{૨}{૧} = \frac{૪}{૭} \times \frac{૫}{૫} = \underline{\frac{૨૦}{૩૫}}$$

દાખલો ૧૩—દર ઇંચે બે આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર $\frac{૧}{૨૫}$ ઈંચ પીચનો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૧}{૨૫}}{\frac{૧}{૨}} = \frac{૧}{૨૫} \times \frac{૨}{૧} = \frac{૨}{૨૫} = \frac{૧}{૫} \times \frac{૨}{૫} = \underline{\frac{૨૦}{૧૦૦} \times \frac{૩૦}{૭૫}}$$

એમાં ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો ડ્રાઈવર્સ છે અને ૭૫ તથા ૯૦ દાતાનાં ચક્કરો ડ્રીવન છે. મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર ૭૫ દાતાનું ચક્કર મુકવું અને કવાડ્રન્ટની પીન ઉપર ૧૦૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો મુકવાં. ૧૦૦ દાંતાનાં ચક્કરને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ૨૦ દાતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅર કરવું અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ૭૫ દાતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅર કરવું.

દાખલો ૧૪—દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૪૫ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૧}{૪૫}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૧}{૪૫} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૪}{૪૫} = \frac{૨}{૯} \times \frac{૨}{૫} = \underline{\frac{૨૦}{૯૦} \times \frac{૩૦}{૭૫}}$$

એમાં ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો ડ્રાઈવર્સ અને ૯૦ તથા ૭૫ દાંતાનાં ચક્કરો ડ્રાવન છે.

એકથી વધુ આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ થ્રેડેડ multiple threaded) સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં ચેન્જ વ્હીલ્સ એટલે દાંતાનાં ચકકરો શોધવા વિષે—એક કરતાં વધુ આંટાવાળા સ્ક્રુ, જેવાકે, બેવડા આંટાવાળા, ત્રેવડા આંટાવાળા, વિગેરેના આંટા કાપવા માટે પહેલું ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ ઘણું કરીને એવી રીતે પસંદ કરવામાં આવે છે કે તે વ્હીલ કાપવાના સ્ક્રુમાંના જુદા જુદા આંટાની સંખ્યા વડે એક સરખી રીતે ભાગી શકાય. દાખલા તરીકે, બેવડા આંટાવાળા (ડબલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવા માટે બેકી સંખ્યાના દાંતાવાળું પહેલું ડ્રાઈવર વાપરવું જોઈએ; ત્રેવડા આંટાવાળા (ત્રીપ્લ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવા માટે ૩ વડે ભાગી શકાય એટલા દાંતાનું, જેવું કે ૩૦, ૬૦, અથવા ૯૦ દાંતાનું પહેલું ડ્રાઈવર વાપરવું જોઈએ.

દાખલો ૧૫—એક લેથ ઉપર ૧½ ઇંચ પીચનો અથવા ૩ ઇંચની લંબાઈમાં ૨ આંટાવાળો બેવડા આંટાનો (ડબલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવાનો છે; લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ¼ ઇંચ છે, તો દાંતાનાં ચક્કરો શોધો.

$$\frac{\frac{૩}{૨}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૩}{૨} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૬}{૧} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \frac{૧૨૦}{૨૦}$$

એમાં પહેલું ડ્રાઈવર ૧૨૦ દાંતાનું છે જેને ૨ વડે એક સરખી રીતે ભાગી શકાશે.

દાખલો ૧૬—½ ઈંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથ ઉપર ૨¼ ઈંચ પીચના અથવા ૯ ઈંચની લંબાઈમાં ૪ આંટાવાળો ત્રેવડા આંટાનો (ત્રેબલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૯}{૪}}{\frac{૧}{૨}} = \frac{૯}{૪} \times \frac{૨}{૧} = \frac{૯}{૨} \times \frac{૧૦}{૧૦} = \frac{૯૦}{૨૦}$$

એમાં ડ્રાઈવર ૯૦ દાંતાનું છે જેને ૩ વડે સરખી રીતે ભાગી શકાશે.

જુદા જુદા પીચના આંટાઓના સ્ક્રુ કાપવા માટે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)નો કોઠો.

દર ઇંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેધ માટે

દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડ્રાઇવર્સ	ડ્રીવન	દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડ્રાઇવર્સ	ડ્રીવન
૧	૮૦	૪૦	૭ ૧/૨	૨૦	૭૫
૧ ૧/૮	૮૦	૪૫	૮	૨૦	૮૦
૧ ૧/૪	૮૦	૫૦	૯	૨૦	૯૦
૧ ૩/૮	૮૦	૫૫	૧૦	૨૦	૧૦૦
૧ ૧/૨	૮૦	૬૦	૧૧	૨૦	૧૧૦
૧ ૫/૮	૬૦ ૧૦૦	૭૫ ૬૫	૧૨	૨૦	૧૨૦
૧ ૩/૪	૮૦	૭૦	૧૩	૨૦ ૫૦	૬૫ ૧૦૦
૧ ૭/૮	૮૦	૭૫	૧૪	૨૦ ૭૫	૧૦૦ ૧૦૫
૨	૬૦	૬૦	૧૫	૨૦ ૮૦	૧૦૦ ૧૨૦
૨ ૧/૪	૪૦	૪૫	૧૬	૨૫ ૩૦	૫૦ ૧૨૦
૨ ૩/૮	૮૦	૯૫	૧૭	૨૦ ૬૦	૮૫ ૧૨૦
૨ ૧/૨	૪૦	૫૦	૧૮	૨૫ ૪૦	૭૫ ૧૨૦
૨ ૫/૮	૮૦	૧૦૫	૧૯	૨૫ ૪૦	૯૫ ૧૦૦
૨ ૩/૪	૪૦	૫૫	૨૦	૨૦ ૪૦	૮૦ ૧૦૦
૨ ૭/૮	૪૦ ૧૦૦	૧૧૫ ૨૫	૨૧	૨૦ ૪૦	૭૦ ૧૨૦
૩	૪૦	૬૦	૨૨	૨૦ ૩૦	૬૦ ૧૧૦
૩ ૧/૪	૪૦	૬૫	૨૩	૨૦ ૫૦	૧૦૦ ૧૧૫
૩ ૧/૨	૪૦	૭૦	૨૪	૨૫ ૩૦	૭૫ ૧૨૦
૩ ૩/૪	૪૦	૭૫	૨૫	૨૦ ૩૦	૭૫ ૧૦૦
૪	૩૦	૬૦	૨૬	૨૦ ૨૫	૬૫ ૧૦૦
૪ ૧/૨	૪૦	૯૦	૨૮	૨૦ ૨૫	૭૦ ૧૦૦
૫	૩૦	૭૫	૩૦	૨૦ ૩૦	૯૦ ૧૦૦
૫ ૧/૨	૨૦	૫૫	૩૫	૨૦ ૩૦	૧૦૦ ૧૦૫
૬	૩૦	૯૦	૪૦	૨૦ ૩૦	૧૦૦ ૧૨૦
૬ ૧/૨	૨૦	૬૫	૫૦	૨૦ ૨૦	૧૦૦ ૧૦૦
૭	૨૦	૭૦			

જુદા જુદા પીચના આંટાઓના સ્ક્રુ કાપવા માટે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્રરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)નો કોઠો.

દર ઈંચે ચાર આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેથ માટે

દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડ્રાઈવર્સ	ડ્રીવન	દર ઈંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડ્રાઈવર્સ	ડ્રીવન
૧	૧૦૦	૨૫	૭ ૧/૨	૪૦	૭૫
૧ ૧/૮	૬૦ ૮૦	૪૫ ૩૦	૮	૪૦	૮૦
૧ ૧/૪	૮૦	૨૫	૯	૪૦	૯૦
૧ ૩/૮	૮૦ ૧૨૦	૧૧૦ ૩૦	૧૦	૪૦	૧૦૦
૧ ૧/૨	૮૦	૩૦	૧૧	૪૦	૧૧૦
૧ ૫/૮	૬૦ ૮૦	૬૫ ૩૦	૧૨	૪૦	૧૨૦
૧ ૩/૪	૮૦	૩૫	૧૩	૨૦	૬૫
૧ ૭/૮	૪૦ ૮૦	૫૦ ૩૦	૧૪	૨૦	૭૦
૨	૮૦	૪૦	૧૫	૨૦	૭૫
૨ ૧/૪	૮૦	૪૫	૧૬	૨૦	૮૦
૨ ૩/૮	૪૦ ૧૦૦	૯૫ ૨૫	૧૭	૨૦	૮૫
૨ ૧/૨	૮૦	૫૦	૧૮	૨૦	૯૦
૨ ૫/૮	૪૦ ૧૦૦	૧૦૫ ૨૫	૧૯	૨૦	૯૫
૨ ૩/૪	૮૦	૫૫	૨૦	૨૦	૧૦૦
૨ ૭/૮	૪૦ ૧૦૦	૧૧૫ ૨૫	૨૧	૨૦ ૪૦	૬૦ ૭૦
૩	૮૦	૬૦	૨૨	૨૦	૧૧૦
૩ ૧/૪	૮૦	૬૫	૨૩	૨૦	૧૧૫
૩ ૧/૨	૮૦	૭૦	૨૪	૨૦	૧૨૦
૩ ૩/૪	૮૦	૭૫	૨૫	૨૦ ૩૦	૫૦ ૭૫
૪	૪૦	૪૦	૨૬	૨૦ ૩૦	૬૦ ૬૫
૪ ૧/૨	૪૦	૪૫	૨૮	૨૦ ૩૦	૪૦ ૧૦૫
૫	૪૦	૫૦	૩૦	૨૦ ૪૦	૬૦ ૧૦૦
૫ ૧/૨	૪૦	૫૫	૩૫	૨૦ ૩૦	૭૦ ૭૫
૬	૩૦	૪૫	૪૦	૨૦ ૪૦	૮૦ ૧૦૦
૬ ૧/૨	૪૦	૬૫	૫૦	૨૦ ૩૦	૭૫ ૧૦૦
૭	૪૦	૭૦			

કોઈ પણ પીચના આંટા કાપવા માટે શોધી કાઢેલાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) બરાબર છે કે કેમ તેનો તાળો મેળવવાની રીત—જો દાંતાનાં ચક્કરની માત્ર એક જોડી (સાદી ટ્રેન) વપરાઈ હોય તો ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યાને ડ્રાઈવર અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યા વડે ભાગી લીડીંગ સ્ક્રુમાંના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા વડે ગુણવાથી કાપવાના સ્ક્રુના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા મળશે.

દાખલો ૧૭—$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા એક લેથમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં દાંતાનાં ચક્કરો ગોઠવેલાં છે. મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ચક્કરમાં ૪૦ દાંતા અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ચક્કરમાં ૨૦ દાંતા છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે?

$$૨૦ \div ૪૦ = \frac{૨૦}{૪૦} = \frac{૧}{૨}$$

$$\frac{૧}{૨} \times \frac{૪}{૧} = \underline{\text{૨ આંટા દર ઇંચ દીઠ}}$$

જો દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વપરાઈ હોય તો બન્ને ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ્સના ગુણાકાર વડે બન્ને ડ્રીવન વ્હીલ્સના ગુણાકારને ભાગવા, અને જે ભાગાકાર આવે તેને લીડીંગ સ્ક્રુમાંના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા વડે ગુણવાથી કાપવાના સ્ક્રુના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા મળશે.

દાખલો ૧૮—એક લેથમાં દાંતાનાં ચક્કરની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) એક સ્ક્રુ કાપવા માટે ગોઠવેલી છે. ડ્રાઈવર્સ ૪૦ અને ૫૦ દાંતાનાં છે, અને ડ્રીવન ૧૨૫ અને ૧૦૦ દાંતાનાં છે. લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૪}$ ઇંચ છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટા કપાશે?

$$(૧૨૫ \times ૧૦૦) \div (૪૦ \times ૫૦) = \frac{૧૨૫ \times ૧૦૦}{૪૦ \times ૫૦} = \frac{૨૫}{૪}$$

$$\frac{૨૫}{૪} \times \frac{૪}{૧} = \underline{\text{૨૫ આંટા દર ઇંચ દીઠ}}$$

એકી સંખ્યાના આંટા કાપવાની રીત—કોઈપણ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેથમાં અમુક પીચના આંટા કાપવાની ક્રિયા દરમ્યાન આંટાઓ કપાઈ જવાનો સંભવ રહે છે.

જો ઓજારના એકજ કાપ (કટ)માં સંપૂર્ણ આંટો કપાઇ શકતો હોય તો આંટા કપાઈ જવાની મુશકેલી કદી પણ ઉભી થશે નહિ, પણ લગભગ સઘળા આંટાઓ સંપૂર્ણ રીતે કાપવા માટે ઘણા કાપો (કટ) લેવાની જરૂર પડે છે, તેટલા માટે સ્ક્રુ ઉપર આંટાના કાપો લેતી વેળાએ ઓજાર આંટામાં બરાબર રીતે કયારે બેસી શકે તે જાણવું જરૂરી હોય છે.

દર ઇંચે બે આંટાવાળા અથવા $\frac{1}{2}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેથ ઉપર દર ઇંચે બેકી (even) સંખ્યાના આંટાના સ્ક્રુ કાપતી વેળા જો ઓજારને પહેલો કાપ લીધા પછી લંબાઇની દિશામાં ખસેડયું ન હોય, તો આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના કોઇપણ સ્થાન આગળથી નટને લીડીંગ સ્ક્રુમાં ભેરવી શકાય છે.

જો દર ઇંચે ચાર આંટાવાળા અથવા $\frac{1}{4}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેથ ઉપર જ્યારે બેકી સંખ્યાના આંટાવાળા સ્ક્રુ કાપવામાં આવે, ત્યારે આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના ચાર વડે ભાગી શકાતા દર ઇંચ દીઠ સઘળી સંખ્યાના આંટા, જેવા કે, ૪, ૮, ૧૨, ૧૬, ૨૪ વિગેરે કાપી શકાય છે.

દર ઇંચે બેકી (even) સંખ્યાના આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેથ ઉપર દર ઇંચે એકી (odd) સંખ્યાના આંટાના સ્ક્રુ કાપતી વેળા કાપો (કટ) બરાબર ચોક્કસ રીતે શરૂ કરવા માટે લેથની ઉપર ચાક વડે નિશાની (માર્ક) કરવાની જરૂર હોય છે.

અપૂર્ણ આંટા (fractional threads), જેવા કે દર ઇંચે ૧$\frac{3}{4}$ આંટા અથવા ૧$\frac{1}{7}$ ઇંચ પીચ, કાપતી વેળાએ લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ગમે એટલો હોય તોપણ સઘળી બાબતમાં લેથ ઉપર ચાક વડે નિશાની કરવાની જરૂર હોય છે.

એકી (odd) સંખ્યાના આંટા કાપવા માટે લેથ ઉપર નિશાન (માર્ક) કરવાની રીત—જ્યારે આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના સ્કુના આંટા કાપવાનું અશકય હોય છે, ત્યારે લેથના ચોકકસ ભાગોને નિશાન કરવાની જરૂર પડે છે. આ નિશાન કરવાની મતલબ એ છે કે ઓજારે જે સ્થાનેથી પહેલો કાપ (કટ) શરૂ કર્યો હોય તેજ સ્થાનેથી પાછલના દરેક કાપો બરાબર શરૂ થવાની ખાત્રી મળે.

લેથને નિશાન કરવા માટે, પહેલું, ટુલ હોલ્ડર (ઓજાર પકડનાર)માં ઓજારને બરાબર રીતે ગોઠવવું; બીજું, દાગીનાને અનુકુળ આવે એમ કોઈ પણ રીતે કાપ શરૂ કરવાનાં સ્થાન માટેનાં સેડલનાં સ્થાનને (લુસ હેડસ્ટોકની સાથે સેડલને અડાવીને અથવા લેથ બેડ ઉપર સેડલ અને લુસ હેડસ્ટોકની વચ્ચે લાકડાંનો ટુકડો મુકીને) નિશાન કરવી; ત્રીજું, લીડીંગ સ્કુમાં ઘણીજ સહેલાઇથી તદન મોકળી રીતે નટ ભેરવાય ત્યાં સુધી લેથને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવો; ચોથું, મેન્ડીલના છેડા ઉપરની દાગીનાને ચલાવનારી ડાઈવીંગ પ્લેટ (અથવા ડ્રાઇવર) ઉપર અથવા મેન્ડ્રીલ ઉપર ચાક વડે નિશાન કરવી અને વળી તેજ વેળાએ લીડીંગ સ્કુ ઉપર બીજી નિશાન કરવી. કાપની ઉંડાઈ માટે ઓજારને ગોઠવ્યા પછી લેથ ચાલુ કરવાને માટે તૈયાર થશે. દરેક કાપ લેતી વેળા કાપની ઉંડાઇ માટેની નિશાન ચાક વડે સરફેસીંગ સ્કુની આગલી બેરીંગ ઉપર અને હેન્ડલના બોસ ઉપર એકી વેળાએ કરવી, જેથી કાપની જોઈએ એટલી ઉંડાઈ દરેક કાપ લેતી વેળા ગોઠવવાનું સુગમ પડે છે. પહેલો કાપ (કટ) લઈ રહ્યા પછી લેથને થોભાવવો (ચાલતો બંધ કરવો), અને સેડલને કાપની શરૂઆત કરવાનાં સ્થાને લાવવું, સઘળાં નિશાન મળી રહે ત્યાં સુધી લેથને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવો, ત્યાર બાદ તે લેથ બીજા કાપ માટે તૈયાર હોય છે.

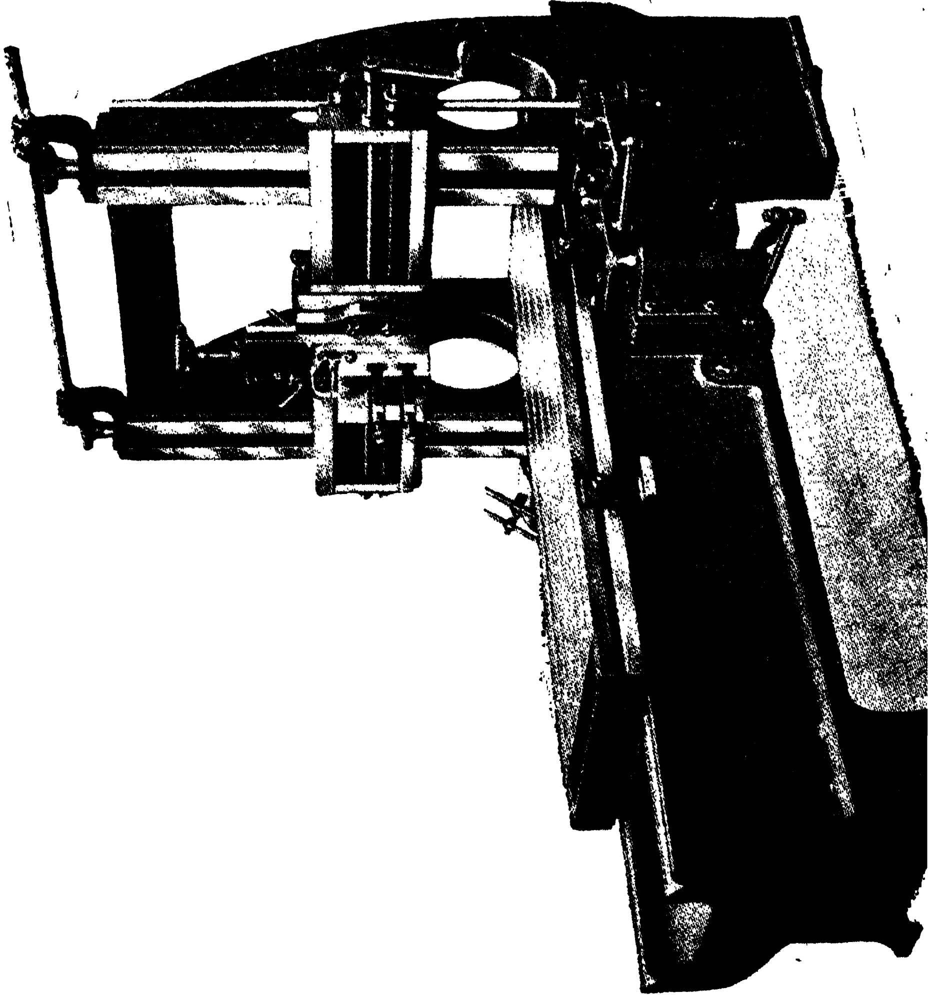
એકથી વધુ આંટાવાળા (multiple threaded) સ્કુના આંટા કાપવાની રીત—સાદી નજરે આ આંટા કાપવાની

બાબત ઘણી સાદી લાગે છે, તેમજ તેનાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્રો)ની ગણત્રી કરવાનું અને લેથ ઉપર નિશાન કરવાનું સહેલું માલમ પડે છે, પણ વ્યવહારમાં ખામી રહિત ઉત્તમ બેવડા (ડબલ), ત્રેવડા (ત્રીપ્લ), અથવા ચોવડા (ક્વાડ્રુપ્લ) આંટા કાપવા અગાઉ ઘણા અનુભવની જરૂર હોય છે.

આ જાતના આંટા કાપવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:—પહેલાં, લગભગ જોઈતી ઉંડાઈનો (તૈયાર ઉંડાઈ કરતાં લગભગ $\frac{3}{1000}$ ઇંચ ઓછી ઉંડાઈનો) એક આંટો કાપવામાં આવે છે. ત્યાર પછી લેથને કાપ લેવાની શરૂઆતનાં સ્થાને લાવી પહેલાં ડ્રાઇવિરને સ્ક્રુના જુદા જુદા આંટાની સંખ્યા જેટલી સંખ્યામાં વિભક્ત કરી ચાક વડે નિશાન કરવામાં આવે છે; અને પહેલાં ડ્રાઇવર ઉપરનાં નિશાન કરેલા દાંતાની દરેક બાજુ ઉપર આવતાં ઇન્ટર્મીડીએટ અથવા પહેલાં ડ્રીવન વ્હીલના બે દાંતા ઉપર ચાક વડે નિશાન કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાડ્રન્ટને નીચે ઉતારવામાં આવે છે અને જ્યાંસુધી પહેલાં ડ્રાઇવિર ઉપરનો બીજો નિશાન કરેલો દાંતો ઇન્ટર્મીડીએટ અથવા પહેલાં ડ્રીવન વ્હીલ ઉપરના પેલા નિશાન કરેલા બે દાંતાઓ વચ્ચે ગીઅર થાય ત્યાં સુધી લેથને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવામાં આવે છે. ત્યારબાદ બીજો આંટો કાપવામાં આવે છે. આ પ્રમાણેની ક્રિયા જ્યાં સુધી આંટાની સઘળી સંખ્યા કપાઈ રહે ત્યાં સુધી ફરી ફરીને કરવામાં આવે છે. દરેક કાપ માટે બરાબર એકસરખી ઉંડાઈએ ઓજારને રાખી દરેક ગાળાની જોઈતી તૈયાર ઉંડાઈ માટેનો છેલ્લો (ફીનીશીંગ) કાપ લેવાનું સાધારણ હોય છે.

એક કરતાં વધુ આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ થ્રેડેડ) સ્ક્રુના કેટલાક પીચોના આંટા કાપવામાં લેથ ઉપર નિશાન કરવાની જરૂર પડે છે, ત્યારે લેથ મેન્ડ્રીલ ઉપરનું અથવા ડ્રાઇવીંગ પ્લેટ ઉપરનું નિશાન જુદા જુદા આંટા માટેના દરેક કાપ લેતી વેળા ગમે તો બદલવું અથવા તે નિશાન આગળ ૧, ૨, ૩, વિગેરે આંકડાઓ (નંબરો) આપવા.

પ્લેનીંગ મશીન અથવા પ્લેનર (Planing Machine or Planer)



આકૃતિ ૯૨

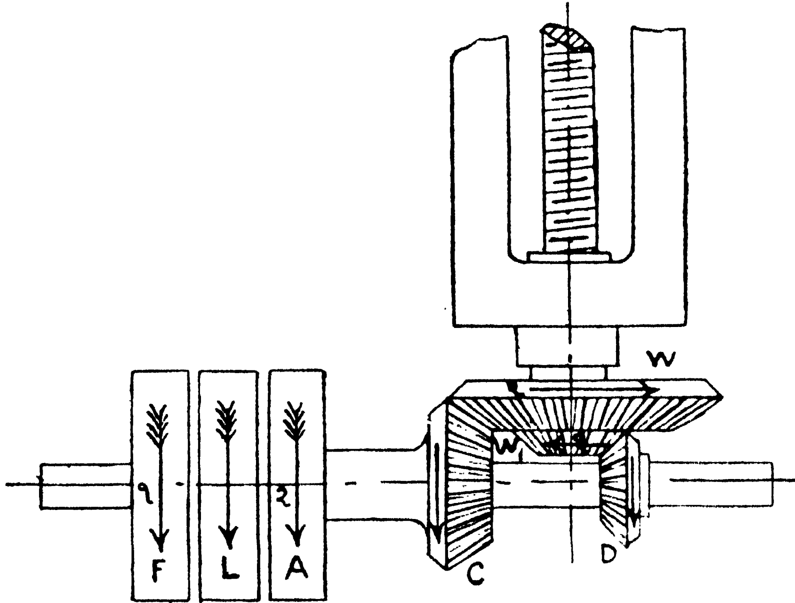
પ્લેનીંગ મશીનનો સામાન્ય આકાર આકૃતિ ૯૨માં બતાવ્યો છે, તે બેડક (bed)નાં મથાળામાં આપેલા બે "વી" (V) આકારના

ગાળામાં બેસતી તેવાજ આકારની બે સ્લાઇડ સાથેની એક ટેબલનું બનેલું છે. બેઠક ઉપર બે ઉભા થાંભલા (સ્ટેન્ડર્ડ Standards) એકજ ટુકડે ઓતીને (કાસ્ટ કરીને) બનાવેલા છે, જે ઉપર આડો પાટો (ક્રોસ સ્લાઇડ cross rail or cross slide) ટેકવેલો છે. ઉભા થાંભલા અને આડા પાટાની સપાટીઓ ચપટી સફાઈદાર બનાવી સ્ક્રેપર વડે શુદ્ધ (ટ્રુ true) કરેલી હોય છે. ઉભા સ્ક્રુ અને બેવલ વ્હીલ્સને ચલાવના મથાળે આપેલા હાથા (હેન્ડલ)ની મદદ વડે ક્રોસ સ્લાઇડ (આડા પાટા)ની ઉંચાઈ ગોઠવી શકાય છે. ક્રોસ સ્લાઇડ ઉપર એક સેડલ બેસાડેલું છે જેની સાથે સ્લાઇડ અને ટુલહોલ્ડર (ઓજાર પકડનાર) જોડેલું છે, અને સેડલને ગમે તો હાથ વડે અથવા તો પોતાની મેળે (ઓટોમેટીક) ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુની મારફતે આડી દિશામાં ચલાવી શકાય છે. ઓજારને હાથ વડે અથવા પોતાની મેળે ઉપર નીચે ચલાવી શકાય છે, અને મશીન ચાલતું હોય તે દરમ્યાન પણ ઓજારની ફીડમાં ફેરફાર કરી શકાય છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર આપેલી બે જુદા જુદા વ્યાસની પુલીઓ જેમાંની એક વડે ઝડપી વળતો સ્ટ્રોક મળે છે તે ઉપરથી મશીનની પુલીઓને વારાફરતી ઓપન અને ક્રોસ બેલ્ટ વડે ચલાવી રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે ટેબલને ચલાવવામાં આવે છે. ટેબલની બાજુમાં આપેલા "ટી" (T) આકારના ગાળામાં બોલ્ટ વડે જોડેલી જોઈતાં સ્થાને ખસેડીને ગોઠવી શકાય એવી ઠેસીઓ (ટેપેટ tappets)ની મદદ વડે ટેબલના સ્ટ્રોકની લંબાઈને વ્યવસ્થિત (રેગ્યુલેટ) કરી શકાય છે. આ ઠેસીઓ (ટેપેટ) પટાને એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર ખસેડનારી રચનાને ચલાવનારાં લીવરને અઠડે છે. ટેબલ ઉપર દાગીનાને મશીન વાઇસ વડે, અથવા બોલ્ટ, પાટા (ક્લેમ્પ) અથવા બીજી કોઈ સગવડ ભરેલી યુક્તિ વડે સજ્જડ પકડવામાં આવે છે.

ટેબલના આગળ પાછળની ગતિ મેળવવાની રીતો:—

(૧) સ્ક્રુ અને નટ વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત—આકૃતિ ૯૩માં ટેબલને સ્ક્રુ અને નટ વડે આગળ

પાછળ ચલાવવા માટેની રચના દેખાડી છે, જે રચના વડે એક દિશામાં સ્ક્રુની ફરવાની ઝડપને બીજી દિશા કરતાં ઝડપી કરવામાં આવે છે, જેથી કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક દરમ્યાન જે ઝડપ મળે છે તેનાં કરતાં વળતા સ્ટ્રોક દરમ્યાન વધુ ઝડપ મળે છે. એમાં સ્ક્રુ ઉપર જુદા જુદા કદનાં બે બેવલ વ્હીલ્સ W અને $W_૧$ ને ચાવી વડે સજ્જડ કરેલાં છે, અને વારાફરતી તેમાંનાં દરેક વ્હીલ મારફતે સ્ક્રુને



આકૃતિ ૯૩

ચલાવવાની ક્રિયા થાય છે. સ્ક્રુ [illegible]ટેની નટો ટેબલ સાથે તેનાં તળીયા ઉપર જોડેલાં છે. સ્ક્રુને આમ તેમ ચાલતો અટકાવી માત્ર ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, જેથી નટ અને તે સાથે જોડેલી ટેબલ આમતેમ ચાલે છે. આ રચનામાં ચલાવવાની ક્રિયા માત્ર એકજ પટા વડે કરવામાં આવે છે. પુલીઓ ત્રણ છે, જેમાંની મધ્યની પુલી L લુસ (ઢીલી) પુલી છે; બહારની પુલી Fને શાફ્ટ સાથે સજ્જડ કરેલી છે, જે શાફ્ટ પુલી A.માંથી પસાર થાય છે. બેવલ પીનીઅન Dને

પણુ શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું છે; પુલી Aને ગમે તેા બેવલ પીની-અન C સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલી હેાય છે અથવા તેા તેઓ બન્ને એકજ ટુકડે બની રહે એમ તેને બેવલ પીનીઅન Cના બેાસ ઉપર સજ્જડ કરેલી હેાય છે. આ પુલી A અને તેની સાથનું પીનીઅન C શાફ્ટ ઉપર ઢીલું હેાય છે અને શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ફરે છે. બેવલ વ્હીલ્સ W અને W_1 ને સ્ક્રુ સાથે સજ્જડ કરેલાં છે. જો પટેા લુસ (ઢીલી) પુલી L ઉપર હેાય તેા મશીન બંધ રહેશે. જો પટાને પુલી F ઉપર ખસેડવામાં આવે, તેા શાફ્ટ અને તેની સાથે તે ઉપરનું બેવલ પીનીઅન D ચાલશે, જેથી તે સાથે ગીઅર થતું નાનું બેવલ વ્હીલ W_1 અને સ્ક્રુ આંકડા (૧) વડે દર્શાવેલા તીર વડે દેખાડેલી દિશામાં ચાલશે. જો પટાને પુલી A ઉપર ખસેડવામાં આવે, તેા બેવલ પીનીઅન C શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ચાલશે; આ પીનીઅન C પીનીઅન Dની સામી તરફ મેાટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતું હેાવાથી સ્ક્રુ ઉલટી દિશામાં એટલે આંકડા (૨) વડે દર્શાવેલા તીર વડે દેખાડેલી દિશામાં ધીમી ઝડપે ચાલશે. પટાને ચીપીઆ (ફોર્કસ forks) વડે પેાતાની મેળે એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર ખસેડવામાં આવે છે.

આ રચનામાં સઘળી પુલીઓ એક સરખી ઝડપે ફરે છે. પુલી F વડે ફરતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dનેા વ્યાસ તે સાથે ગીઅર થતાં સ્ક્રુ ઉપરનાં નાના બેવલ વ્હીલ W_1ના વ્યાસની લગભગ બરાબર હેાવાથી પીનીઅન D એટલે પુલી F જે ઝડપે ફરશે તે ઝડપે સ્ક્રુ પણ ફરશે; પણ પુલી A સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલાં પીનીઅન Cનેા વ્યાસ તે સાથે ગીઅર થતાં સ્ક્રુ ઉપરનાં મેાટા બેવલ વ્હીલ Wના વ્યાસ કરતાં નાનેા હેાવાથી પીનીઅન C એટલે પુલી A જે ઝડપે ફરશે તેનાથી ઓછી ઝડપે ઉલટી દિશામાં સ્ક્રુ ફરશે જેથી ટેબલની ઝડપ આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન ધીમી થશે. વળતા સ્ટ્રોકે ઓજાર દાગીના ઉપર કાપ લેતું ન હેાવાથી

વખતનો બચાવ કરવાને માટે વળતો (રીટર્ન) સ્ટ્રોક કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક કરતાં ઝડપી રાખવામાં આવે છે.

દાખલો ૧૯—એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને $\frac{3}{4}$ ઈંચ પીચવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી પટા વડે દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં બેવલ વ્હીલના પીચ વર્તુલનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ અને નાનાનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે. મોટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતાં પુલી A સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલાં બેવલ પીનીઅન Cના પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને નાનાં બેવલ વ્હીલ W_1 સાથે ગીઅર થતાં પુલી F વડે ચાલતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (ક્વીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ:—

આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન પુલી A ઉપરથી સ્ક્રુ ઉપર ગતિનું સંચારણ બેવલ પીનીઅન C અને સ્ક્રુ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ W મારફતે થાય છે, માટે, પુલી Aના એક આંટામાં સ્ક્રુની ફરવાની

ઝડપ $= \frac{C}{W} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$ આંટો.

∴ પુલી Aના ૧૬૦ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં સ્ક્રુની ફરવાની ઝડપ $= \frac{3}{4} \times$ ૧૬૦ = ૧૨૦ આંટા.

પણ સ્ક્રુના એક આંટામાં ટેબલની ચાલ = સ્ક્રુનો પીચ = $\frac{3}{4}$ ઈંચ
∴ દર મીનીટે કટીંગ સ્ટ્રોકની ઝડપ = $\frac{3}{4} \times$ ૧૨૦ = ૯૦ ઈંચ = ૭·૫ ફુટ.

ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ:—

આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન પુલી F ઉપરથી સ્ક્રુ ઉપર ગતિનું સંચારણ બેવલ પીનીઅન D અને સ્ક્રુ ઉપરનાં નાનાં બેવલ વ્હીલ W_1

મારફતે થાય છે, માટે પુલી Fના એક આંટામાં સ્ક્રુની ફરવાની ઝડપ $\frac{D}{W_{1}} = \frac{6}{6} = $ ૧ આંટો.

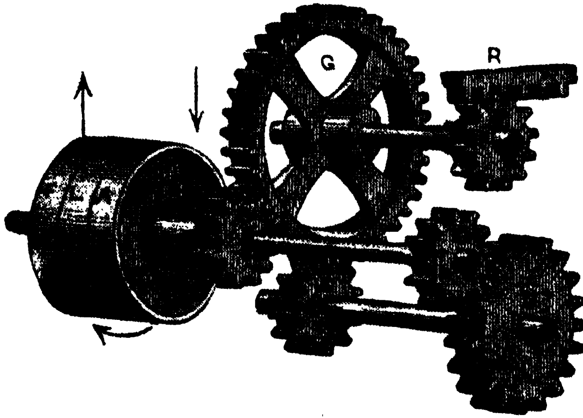
∴ પુલી Fના ૧૬૦ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં સ્ક્રુની ફરવાની ઝડપ = ૧ × ૧૬૦ = ૧૬૦ આંટા.

પણ સ્ક્રુના એક આંટામાં ટેબલની ચાલ = સ્ક્રુનો પીચ = $\frac{3}{4}$ ઇંચ,

∴ દર મીનીટે ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ = $\frac{3}{4}$ × ૧૬૦ = ૧૨૦ ઇંચ

= ૧૦ ફુટ

(૨) રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત—આકૃતિ ૯૪માં ટેબલને રેક અને પીનીઅન વડે આગળ પાછળ ચલાવવાની રચના બતાવી છે, જે રચના વડે દાંતાનાં ચક્રોનાં ગીઅરીંગની મદદ વડે કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ)



આકૃતિ ૯૪

સ્ટ્રોક દરમ્યાન ટેબલની જે ઝડપ મળે છે તેનાં કરતાં વળતા સ્ટ્રોક દરમ્યાન વધુ ઝડપ મળે છે. ટેબલનાં તળીયે એક રેક R સજ્જડ કરેલો છે, જે સાથે રેક–પીનીઅન P ગીઅર થાય છે. આ રચનામાં પણ ચલાવવાની ક્રિયા માત્ર એકજ પટા વડે કરવામાં આવે છે; પટો ત્રણ

પુલીઓ F, L, અને A પૈકી કોઈપણ એક ઉપર ચાલે છે. આ પુલીઓ-માંની મધ્યની પુલી L લુસ (ઢીલી) પુલી છે; બહારની પુલી F શાફ્ટ સાથે સજ્જડ કરેલી છે, જે શાફ્ટ, પુલી A અને તેની સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલાં પીનીઅન Bમાંથી પસાર થાય છે, અને પીનીઅન Cને આ શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું છે. પુલી A અને તેની સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલું અથવા જોડેલું પીનીઅન B શાફ્ટ ઉપર ઢીલું હોય છે, અને શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ફરે છે. પીનીઅન B વ્હીલ G સાથે ગીઅર થાય છે. વ્હીલ G અને રેક–પીનીઅન Pને એકજ શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં છે. પુલી Fની શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું પીનીઅન C વ્હીલ D સાથે ગીઅર થાય છે. આ વ્હીલ Dની શાફ્ટ ઉપર એક પીનીઅન E સજ્જડ કરેલું છે, જે રેક–પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં વ્હીલ G સાથે ગીઅર થાય છે. જો પટો લુસ (ઢીલી) પુલી L ઉપર હોય તો મશીન બંધ રહેશે. જો પટો પુલી A ઉપર લાવવામાં આવે તો ચલાવવાની ક્રિયા પીની-અન (નાનાં દાંતાનાં ચક્કર) B ઉપરથી વ્હીલ (મોટાં દાંતાનાં ચક્કર) G ઉપર થાય છે, અને ત્યાંથી રેક–પીનીઅન P ઉપર થાય છે, જેથી રેક સાથે ટેબલ ચાલે છે. જો પટો પુલી F ઉપર ખસેડવામાં આવે તો ચલાવવાની ક્રિયા પીનીઅન C ઉપરથી વ્હીલ D ઉપર અને ત્યાંથી પીનીઅન E ઉપરથી વ્હીલ G ઉપર થઈ ત્યાંથી રેક–પીનીઅન P ઉપર થાય છે જેથી રેક સાથે ટેબલ ઉલટી દિશામાં ધીમી ઝડપે ચાલે છે. જુદાં જુદાં વ્હીલ અને પીનીઅનને જુદા જુદા દાંતાઓ હોય છે, જેથી દરેક દિશામાં જોઈતી ઝડપ મેળવી શકાય છે. પટાને ચીપીઆ (ફોર્કસ) વડે પોતાની મેળે એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર ખસેડવામાં આવે છે.

દાખલો ૨૦—એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને રેક, પીનીઅન અને વ્હીલ ગીઅરીંગ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. રેક–

પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, અને પીચ ૧½ ઈંચનો છે. પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો) B, C, અને Eને અનુક્રમે ૧૨, ૧૨, અને ૧૫ દાંતા છે, અને વ્હીલ્સ (મોટાં ચકકરો) D અને Gને અનુક્રમે ૩૦ અને ૪૦ દાંતા છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાની ચાલ (કટીંગ સ્પીડ) શોધો, અને ઝડપી વળતી ચાલ (ક્વીક રીટર્ન સ્પીડ) શોધો.

કાપ લેતી વેળાના સ્ટ્રોકની ધીમી ચાલ શોધવા માટે—

ધારોકે, R = દર મીનીટે પુલીના આંટાની સંખ્યા,

r = દર મીનીટે રેક–પીનીઅનના આંટાની સંખ્યા,

B, C, અને E = પીનીઅન (નાનાં ચકકરો) B, C, અને Eમાં અનુક્રમે આંટાની સંખ્યા.

D અને G = વ્હીલ (મોટાં ચકકરો) D અને Gમાં અનુક્રમે આંટાની સંખ્યા.

$$R \times C \times E = r \times D \times G$$

∴ એક મીનીટમાં રેક-પીનીઅનના આંટાની

$$\text{સંખ્યા} = r = \frac{R \times C \times E}{D \times G}$$

$$= \frac{૮૦ \times ૧૨ \times ૧૫}{૩૦ \times ૪૦}$$

= ૧૨ આંટા

પણ રેક–પીનીઅનના એક આંટામાં રેક એટલે

ટેબલની ચાલ = રેક–પીનીઅનનો પરિઘ

= રેક–પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા × પીચ

$$= ૧૨ \times \frac{૩}{૨} = ૧૮ \text{ ઇંચ}$$

∴ રેક–પીનીઅનના ૧૨ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક દરમ્યાન રેક એટલે ટેબલની ચાલ $= \frac{૧૮}{૧૨} \times ૧૨ =$ <u>૧૮ ફુટ</u>

ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ચાલ શોધવા માટે—

$$R \times B = r \times G$$

∴ એક મીનીટમાં રેક–પીનીઅનના આંટાની સંખ્યા =

$$r = \frac{R \times B}{G}$$

$$= \frac{૮૦ \times ૧૨}{૪૦}$$

= ૨૪ આંટા

∴ રેક–પીનીઅનના ૨૪ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં ઝડપી વળતા સ્ટ્રોક (ક્વીક રીટર્ન સ્ટ્રોક) દરમ્યાન રેક એટલે ટેબલની ચાલ = $\frac{૩૬}{૨૪}$ × ૨૪

= ૩૬ ફુટ

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો કાપ લેતી વેળાની ઝડપ (કટીંગ સ્પીડ) કરતાં વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ (રીટર્ન સ્પીડ) બમણી છે.

એકસર્સાઇઝ ૧૦મી

૧. એક લેથના ફાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૫ સ્પીડ (પુલીઓ) છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૮ ઈંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. એક ગીઅરીંગ માટેનાં વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)ને ૪૪ દાંતા અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)ને ૧૧ દાંતા છે, તો ગીઅરીંગ વડે મળતો લાભ શોધો, અને મેન્ડ્રીલની મળી શકતી જુદી જુદી ઝડપો શોધો.

૨. એક લેથનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વ્હીલ અને પીનીઅનને અનુક્રમે ૪૬ અને ૧૪ દાંતા છે, અને બેક ગીઅરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, જો સઘળાં વ્હીલ અને પીનીઅનના દાંતાના પીચ એક સરખા હોય તો બેક ગીઅરનાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે?

૩. એક લેથ ઉપર બેક ગીઅરીંગ વાપરીને ૪$\frac{1}{2}$ ઇંચ વ્યાસની શાફ્ટ ટર્ન કરવામાં આવે છે. કાપ લેતી વેળા ઓજારની અણી આગળ આવતું જોર ૧૮૦૦ પૌંડ છે; વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)નો વ્યાસ ૧૮ ઈંચ અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)નો વ્યાસ ૫ ઈંચ છે, તો તેમાં દરેક વ્હીલ અને પીનીઅનની પીચ લાઈન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૪. એક લેથમાં જ્યારે પટો કોનનાં અમુક સ્પીડ ઉપર હોય અને બેક ગીઅરીંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે તે લેથની મેન્ડ્રીલ દર મીનીટે ૨૨૫ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જ્યારે પટાને તેજ સ્પીડ ઉપર રાખી બેક ગીઅરીંગ કરવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડ્રીલની ઝડપ ઘટીને ૧૬ આંટા થાય છે, તો બેક ગીઅરીંગમાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સમાં દાંતાની સંખ્યા શોધો.

૫. દર ઇંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેથમાં ૨ ઈંચ વ્યાસના એક સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચે ૨$\frac{3}{4}$ સવળા (રાઈટહેન્ડેડ) આંટા કાપવાના છે, તો તે માટે જોઈતાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરી તેને કેવી રીતે ગોઠવશો તે આકૃતિ કાઢી સમજાવો. જો અવળા આંટા કાપવાના હોય તો ચક્કરોની રચનામાં કરવો જોઈતો ફેરફાર આકૃતિ વડે દર્શાવો.

૬. એક એન્જીનની ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરી તે ઉપર બેસાડેલી ૨૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૫ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે, કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૪ સ્પીડવાળી કોન પુલી બેસાડેલી છે, જેનો સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. આ કોન પુલી ઉપરથી લેથના ફ્રાસ્ટ હેડસ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપર બેસાડેલી તેનેજ મળતી કોન પુલીને પટા વડે ગતિ મળે છે. બેક ગીઅરીંગ માટેનાં વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)ને ૩૬ દાંતા અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)ને ૧૨ દાંતા છે,

તો ગીઅરીંગ વડે મળતો લાભ શોધો, અને દર મીનીટે મેન્ડ્રીલની મળી શકતી ઝડપો શોધો.

૭. દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેથમાં નીચે આપેલા પીચના આંટા કાપવાના છે, તો ચેન્જ વ્હીલ્સ (ચક્કરો) નક્કી કરો—૩/૮ ઇંચ, ૩/૪ ઇંચ, ૨ ૩/૪ ઇંચ, દર ઇંચ દીઠ ૩૫ આંટા, દર ઇંચ દીઠ ૧૧ આંટા, ૧ ૧/૮ ઇંચ, ૧/૮ ઇંચ, અને ૩/૧૬ ઇંચ. દરેક પીચ માટેનાં ચક્કરોની રચનાની આકૃતિ આપો.

૮. એક લેથના ફ્રસ્ટ હેડસ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપરના સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૫ ૧/૨ ઇંચ છે. આ સ્પીડ કોનને દર મીનીટે ૩૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા તેનેજ મળતા સ્પીડ કોન ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. બેક ગીઅરીંગ માટેનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં દાંતાનાં ચક્કરોને ૬૨ અને ૩૦ દાંતા છે, જે અનુક્રમે બેક શાફ્ટ ઉપરનાં ૧૮ અને ૫૦ દાંતાનાં ચક્કરો સાથે ગીઅર થાય છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને દર મીનીટે મેન્ડ્રીલની જેટલી મળી શકે એટલી ઝડપો શોધો.

૯. દર ઇંચે ૩ આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેથ ઉપર ૧/૫ ઇંચના સવળા (રાઇટ હેન્ડેડ) આંટાવાળો એક સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે જોઇતાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો અને તે માટેની રચનાની આકૃતિ આપી દરેક ચક્કર ઉપર દાંતાની સંખ્યા લખો. જો અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવા હોય તો ચક્કરોની રચનામાં શું ફેરફાર કરવો પડશે તે આકૃતિ વડે દર્શાવો.

૧૦. એક લેથમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં દાંતાનાં ચક્કરો ગોઠવેલાં છે. મેન્ડ્રીલ ઉપરનું ચક્કર ૪૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનું ચક્કર ૮૫ દાંતાનું છે; લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ૧/૪ ઇંચ છે, તો સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે?

૧૧. દર ઈંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેથમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી ગોઠવેલી છે. ડ્રાઇવર્સ ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં છે, અને ડ્રીવન ૭૫ અને ૯૦ દાંતાનાં છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે?

૧૨. $\frac{1}{4}$ ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેથમાં એક સવળા (રાઈટ હેન્ડેડ) સ્ક્રુ ઉપર દર ઈંચે ૧$\frac{1}{4}$ આંટા કાપવાના છે. જો મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર (ચેન્જ વ્હીલ) કાયમનું બેસાડેલું હોય, તો તે સ્ક્રુ કાપવા માટે જોઈતાં દાતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

૧૩. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આકૃતિ ૯૩માં દેખાડયા પ્રમાણે ૧ ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી પટા વડે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં બેવલ વ્હીલને ૮૦ દાંતા છે અને નાનાં બેવલ વ્હીલને ૫૦ દાંતા છે. મોટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતાં પુલી A સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલાં બેવલ પીનીઅન Cને ૫૫ દાંતા છે, અને નાનાં બેવલ વ્હીલ W_1 સાથે ગીઅર થતાં પુલી F વડે ચાલતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dને ૪૫ દાંતા છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (ક્વીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

૧૪. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને સ્ક્રુ અને બેવલ ગીઅરની મદદ વડે આમતેમ ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુનો પીચ ૧$\frac{1}{4}$ ઈંચ છે. મશીનને ચલાવનારી પુલી દર મીનીટે ૯૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે અને કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ દર મીનીટે ૫ ફુટ છે, તો કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક કરતાં વળતા (રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ બમણી રાખવા માટે આકૃતિ ૯૩માં દેખાડયા જેવું બેવલ ગીઅર ગોઠવો.

૧૫. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આકૃતિ ૯૪માં દેખાડયા પ્રમાણે રેક, પીનીઅન અને વ્હીલ ગીઅરીંગ (ચકકરો) વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. રેક–પીનીઅનને ૧૫ દાંતા છે, અને પીચ ૧$\frac{૩}{૪}$ ઇંચનો છે. નાનાં ચકકરો (પીનીઅન્સ) B, C, અને Eને અનુક્રમે ૧૫, ૧૨, અને ૧૬ દાંતા છે, અને મોટાં ચકકરો (વ્હીલ્સ) D અને Gને અનુક્રમે ૪૦ અને ૬૦ દાંતાઓ છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (ક્વીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

૧૬. એક પ્લેનીંગ મશીન જેની ટેબલને રેક, પીનીઅન, અને વ્હીલ ગીઅરીંગ (દાંતાનાં ચકકરો) વડે ચલાવવામાં આવે છે તેમાં ઝડપી વળતા (ક્વીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ દર મીનીટે ૧૫ ફુટ છે, તથા રેક–પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને ૧$\frac{૩}{૪}$ ઇંચનો પીચ છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે, તો વળતા (રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપનાં $\frac{૨}{૩}$ જેટલી કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ કરવા માટે આકૃતિ ૯૪માં દેખાડયા જેવું વ્હીલ ગીઅરીંગ ગોઠવો.

મુંબઈ ઈલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેકશન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશન તરફથી લેવામાં આવેલી સુરતની પારેખ ટેકનીકલ ઈન્સ્ટીટયુટની મીકેનીકલ એન્જીનીયરીંગનાં બીજાં વર્ષની વાર્ષિક પરિક્ષામાં છેલ્લાં ૧૪ વર્ષમાં પુછાયલા અને બીજા પરચુરણ દાખલાઓ.

૧. એક સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૧}{૮}$ ઈંચ છે અને લીવરની લંબાઈ ૫ ફુટ છે, તો આ જેક વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલા પૌંડનું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૨. એક ડબલ ગીઅર્ડ વિંચમાં ડ્રમનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૦ અને ૯૦ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૧૨૦ દાંતા છે. આ વિંચને ચલાવવા માટે ૧૫ ઇંચ લાંબા બે હાથાઓ આપેલા છે, તો દરેક હાથાને છેડે ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૩. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ સ્ક્રુ–જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧$\frac{૧}{૨}$ ઇંચ છે. વર્મ વ્હીલ જે સ્ક્રુની નટ બને છે તેને ૩૬ દાંતા છે અને વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) છે. જો આ જેકનું મોડ્યુલસ ૦.૪૫ હોય, તો ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ૧૫ ઇંચ લાંબા હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ ?

૪. $\frac{૩}{૪}$ ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રુ સાથના એક સ્ક્રુ–જેક વડે ૪ ટનનું વજન ઉપાડવાનું છે. જો આ જેકની એફીશીઅન્સી (કાર્યસાધકત્વ) ૬૦• ટકા હોય, તો ૫ ફુટ લાંબા લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઇએ ?

૫. એક ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં ડ્રમનો વ્યાસ ૭ ઈંચ છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૮૪ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૧ અને ૧૧૦ દાંતા છે. આ ક્રેબને ચલાવવા માટે ૧૫ ઈંચ લાંબા બે હાથા આપેલા છે, તો

દરેક હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? આ ક્રેબનું કાર્યસાધકત્વ ૭૨ ટકા છે.

૬. એક સ્ક્રુ–કટીંગ લેથમાં લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ $\frac{1}{2}$ ઇંચ છે, તો આ લેથ ઉપર દર ઈંચ દીઠ ૧૧ આંટાવાળો સ્ક્રુ તૈયાર કરવા માટે જોઈતાં દાંતાવાળાં ચકકરોની રચના નકકી કરો. મેન્ડ્રીલ ઉપર આપેલાં પીનીઅનને ૨૦ દાંતા છે, અને સૌથી મોટું ચકકર ૧૨૦ દાંતાનું છે.

૭. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના સ્ક્રુ–પ્રેસમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧$\frac{3}{4}$ ઇંચ છે અને વર્મ વ્હીલ જે સ્ક્રુની નટ બને છે તેને ૮૬ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર ૧૬ ઈંચ લાંબા બે હાથા બેસાડેલા છે. જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ ૪૮ ટકા હોય, તો દરેક હાથાને છેડે લાગુ પાડેલાં ૭૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું દબાણ ઉત્પન્ન કરી શકાશે ?

૮. એક ઇલેકટ્રીક ક્રેન (વિજળીથી ચાલતી ક્રેન) વડે ૧૦ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. આ ક્રેનને ૧૨ ઇંચ વ્યાસના આર્મેચરવાળી એક ઇલેકટ્રીક મોટર વડે નીચલાં ગીઅરીંગ મારફતે ચલાવવામાં આવે છેઃ—આર્મેચર શાફ્ટ ઉપર એક સીંગલ થ્રેડેડ વર્મ બેસાડેલો છે જે બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૪૦ દાંતાવાળાં વર્મ વ્હીલને ચલાવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર વર્મ વ્હીલ બેસાડેલું છે તેજ શાફ્ટ ઉપર ૧૮ દાંતા-વાળું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે ડ્રમની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨૦ દાંતાનાં વ્હીલને ચલાવે છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ છે. જો આ યંત્રની એફીશીઅન્સી ૭૮ ટકા હોય, તો આર્મેચરની સપાટી ઉપર કેટલા પૌંડનું લોહચુંબકીય (magnetic) ખેંચાણ આવતું હશે ?

૯. દાખલા ૮માં જો વજનને એક મીનીટમાં ૧૫ ફુટની ઝડપે ઉપાડવામાં આવે, તો ૨૨૦ વોલ્ટનો વિજળીક પ્રવાહ (electric current) કેટલા એમ્પીઅર ખપશે?

૧૦. એક ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે બે માણસો કામે લગાડવામાં આવ્યાં છે. હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે.

પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૫૪ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૦ અને ૧૧૦ દાંતા છે. બેરલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. જો આ ક્રેબની એફીશીઅન્સી ૭૫ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે દરેક માણસે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઇએ?

૧૧. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૩/૪ ઇંચ છે, વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ છે અને વર્મ વ્હીલને ૨૬ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે. જો આ જેકની એફીશીઅન્સી ૫૨ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉંચકી શકાશે?

૧૨. એક ડબલ ગીઅર્ડ વિંચ વડે વજન ઉપાડવા માટે તેના ૧૫ ઇંચ લાંબા હાથા ઉપર બે માણસો કામે લગાડેલાં છે. દરેક માણસ હાથા ઉપર ૫૬ પૌંડનું જોર કરે છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૯ અને ૧૨૦ દાંતા છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. જો આ ક્રેબની એફીશીઅન્સી ૮૨ ટકા હોય, તો કેટલા પૌંડનું વજન ઉપાડી શકાશે?

૧૩. એક સ્ક્રુ-કટીંગ લેથમાં લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ૧/૨ ઇંચ છે, તો આ લેથ ઉપર એક ઇંચમાં ૩૩ આંટાવાળો સ્ક્રુ તૈયાર કરવા માટે ચેન્જ વ્હીલ્સ નક્કી કરો.

૧૪. એક લેથ ઉપર સ્ટીલની શાફ્ટને દર મીનીટે ૭૫ ફુટની ઝડપે ફેરવી ટર્ન કરવામાં આવે છે. શાફ્ટનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે અને તેની લંબાઈ ૧૮ ફુટ છે. જો કાપ લેતી વેળા ઓજારની અણી ઉપર ૧૯૦ પૌંડનું દબાણ આવે, તો તે શાફ્ટને ટર્ન કરતી વેળા લેથને ચલાવવા માટે કેટલા હોર્સપાવર જોઈશે? જો ઓજારને દર આંટા દીઠ ૧/૨ ઇંચની ફીડ આપવામાં આવે, તો શાફ્ટને ટર્ન કરતાં કેટલો વખત લાગશે?

૧૫. આગગાડીના ડબ્બા જોડનારી એક કપ્લીંગમાં સવળા અને અવળા આંટાવાળા સ્ક્રુનો પીચ ૧/૨ ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઇ

૧૬ ઇંચ છે. જો લીવરને છેડે ૧૬ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી લીવરને ફેરવવામાં આવે, તો ડબ્બાઓ એક બીજા તરફ કેટલાં જોરથી ખેંચાશે ?

૧૬. ૨૦૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવા માટે $\frac{3}{8}$ ઇંચ જાડા ચામડાના પટાની પહોળાઇ કેટલી રાખવી જોઇશે ? પટો દર મીનીટે ૧૫૦૦૦ ફુટની ઝડપે ચાલે છે, અને પટા ઉપર તેના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૮૦ પૌંડથી વધુ ખેંચાણનું જોર આપવું જોઇએ નહિ. હોરીઝોન્ટલ ડ્રાઇવિ (પટાને આડી દિશામાં ચલાવવાની રીત)માં પટાની ટાઇટ બાજુ નીચે રાખવાનું કારણ સમજાવો.

૧૭. એક ઇલેકટ્રીક ક્રેનને ૨૨૦ વોલ્ટની મોટરથી ચલાવવામાં આવે છે અને તે દર મીનીટે ૧૦૦૦૦ પૌંડનાં વજનને ૧૨·૫ ફુટની ઉંચાઇએ ઉપાડે છે. જો આ ક્રેનની એફીશીઅન્સી ૬૮ ટકા હોય, તો મોટર કેટલા એમ્પીઅરનો ખર્ચ કરશે ?
૭૪૬ વૉટ = ૧ હોર્સપાવર.

૧૮. એક લેથ ઉપર ૧૫ ઇંચ વ્યાસનું સીલીન્ડર ટર્ન કરવામાં (ખરાદવામાં) આવે છે. સીલીન્ડરને દર મીનીટે ૬૫ ફુટની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે. કાપ લેનારાં ઓજારને ૧૨૮ પૌંડનો અવરોધ કાપ લેતી વેળા દુર કરવો પડે છે. જો એફીશીઅન્સી ૫૫ ટકા હોય, તો આ સીલીન્ડરને ટર્ન કરતી વેળાએ લેથને ચલાવવા માટે કેટલા હોર્સપાવર જોઈશે?

૧૯. દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ફરતા $\frac{3}{16}$ ઇંચિ જાડા એક પટા વડે ૪ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઇટ બાજુ ઉપરનાં તાણથી અર્ધું છે, તો પટાની પહોળાઇના દર ઇંચિ દીઠ ૭૦ પૌંડનું જોર પટા ઉપર લાવવા માટે પટાની પહોળાઇ કેટલી રાખવી જોઇએ તે શોધો.

૨૦. એક ગેસ એન્જીન દર કલાકે ૨૩૦ ઘનફુટ કોલ ગેસ ખપાવી ૧૦ ઇન્ડીકેટેડ અને ૭·૬ બ્રેક હોર્સપાવર આપે છે. જો

ગેસના દર ઘન ફુટ દીઠ ૫૩૦૦૦૦ ફુટ-પૌંડ કામ મળી શકતું હોય, તો તે એન્જીનની એફીશીઅન્સી કેટલી હશે ?

૨૧. એક લાઈનિ શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે તે ઉપર ૨૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી સજ્જડ કરેલી છે. આ પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિ લઈ જવામાં આવે છે; આ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર એક કોન પુલી બેસાડેલી છે જેના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ, ૬ ઈંચ, અને ૪ ઈંચ છે. આ કોન પુલી ઉપરથી ગતિનું સંચારણ લેથ ઉપરની એનેજ મળતી કોન પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને લેથ સ્પીન્ડલ વધુમાં વધુ અને ઓછામાં ઓછા કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે તે શોધો.

૨૨. એન્જીનના બ્રેક હોર્સપાવર કેવી રીતે શોધવામાં આવે છે તે ટુંકમાં સમજાવો. એક એન્જીન દર મીનીટે ૧૫૦ આંટા ફરે છે. બ્રેક પુલીનો વ્યાસ ૪ ફુટ છે. બેલન્સ અનુક્રમે ૧૨૫ પૌંડ અને ૩૫ પૌંડ છે, તો તે એન્જીનના બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

૨૩. એક પુલીનો વ્યાસ ૩૬ ઈંચ છે અને તે દર મીનીટે ૧૨૫ આંટાની ઝડપે ફરે છે. આ પુલી ઉપર ૮ ઈંચ પહોળો અને $\frac{1}{4}$ ઈંચ જાડો ચામડાંનો પટો ચાલે છે. જો પટા ઉપર દર ચોરસ ઈંચ દીઠ વધુમાં વધુ જોર ૮૦ પૌંડનું લેવા દેવામાં આવે, તો તે પટો કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરી શકશે ?

૨૪. એક પટો દર મીનીટે ૧૬૦૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૧૯ હોર્સ-પાવરનું સંચારણ કરે છે. પટો એક ઈંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડનું ખેંચાણ ખમી શકે છે. જો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું ખેંચાણ ઢીલી બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણથી બમણું હોય, તો પટાની પહોળાઈ કેટલી હશે ?

૨૫. એક ડબલ પરચેઝ વિંચનાં માપ નીચે પ્રમાણે છે:—ડ્રમનો વ્યાસ ૮ ઈંચ, હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ, બે પીનીઅનમાં દાંતાની સંખ્યા અનુક્રમે ૧૨ અને ૨૧ છે, અને બન્ને સ્પર વ્હીલમાં દાંતાની

સંખ્યા અનુક્રમે ૭૮ અને ૯૬ છે. એમ માલમ પડ્યું છે કે હાથાને છેડે ૪૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ૧ ટનનું વજન ઉપાડી શકાય છે, તો આ વિંચની એફીશીઅન્સી શોધો.

૨૬. એક લેથના કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના અને તેના ડ્રાઈવીંગ હેડ સ્ટોક ઉપરના સ્પીડ કોનના વ્યાસો અનુક્રમે ૪, ૫, ૬ અને ૭ ઈંચ છે. એક ગીઅરમાં બે વ્હીલ છે જે દરેકને ૫૦ દાંતા છે અને બે પીનીઅન છે જે દરેકને ૧૫ દાંતા છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે, તો લેથ સ્પીન્ડલને જે જુદી જુદી ઝડપોએ ફેરવી શકાય તે શોધો.

૨૭. એક સ્ક્રુ—જેકનાં નીચે પ્રમાણે માપ છેઃ—હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઈંચ, વર્મ વ્હીલને ૮૪ દાંતા, વર્મ બે આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ), અને સ્ક્રુનો પીચ $\frac{3}{2}$ ઈંચ છે. જો આ જેકની એફીશીઅન્સી ૧૫ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે ૩૬ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

૨૮. એક પટો દર મીનીટે ૨૦૦૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૧૮ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરી શકે છે. આ પટો તેની પહોળાઈના એક ઈંચ દીઠ ૭૫ પૌંડનું ખેંચાણ ખમી શકે છે. જો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું ખેંચાણ ઢીલી બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણથી બમણું હોય, તો પટાની પહોળાઈ શોધો.

૨૯. એક સ્ક્રુ—જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ $\frac{3}{4}$ ઈંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઈંચ છે. હાથાને છેડે બે માણસો જોર લાગુ પાડી તેને ફેરવે છે. જો દરેક માણસ ૪૦ પૌંડનું જોર કરે, તો જેક કેટલું વજન ઉંચકી શકશે?

૩૦. એક સમાન સળીયો જેનું વજન દર ફુટ લંબાઈ દીઠ ૫ પૌંડ છે તેને છેડે ૧૫૦ પૌંડનું અને તેના મધ્યમાં ૬૦ પૌંડનું વજન લટકાવવામાં આવે છે, તો તે સળીયો તેની લંબાઈમાંનાં કયાં બિંદુએ સમતોલ રહેશે?

૩૧. ૨૨ ફુટની ઉંચાઈ એથી પાણીનો ધોધ પડે છે. જો પાણી ધોધની ઉપરની બાજુ ઉપર ૬ ચોરસ ફુટના સેકશન (છેદચિત્ર) અથવા નાળામાંથી દર કલાકે ૨$\frac{1}{2}$ માઈલના વેગથી વહેતું હોય, તો ધોધનો હોર્સપાવર શોધો.

૩૨. એક માણુસ $\frac{1}{4}$ હોર્સપાવરની ઝડપે કામ કરતાં $\frac{1}{2}$ ટનનો બોજો એકવડીયાં દોરડાંવાળા પુલી–બ્લોકથી ઉંચકે છે. જો ગતિનું પ્રમાણ ૬ : ૧ હોય, અને આ બોજાને ઉંચકતી વેળા એફીશીઅન્સી ૫૦ ટકા હોય, તો તે માણુસને કેટલાં જોરથી ખેંચાણ કરવું પડતું હશે, અને તે કેટલા વેગથી દોરડું પોતાની તરફ ખેંચતો હશે ?

૩૩. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ૨$\frac{1}{2}$ ઈંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપરની ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૨૦ ઈંચ છે, અને તેની ઉપરના પટાની બન્ને બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત ૩૩૦ પૌંડ છે. જો ટેબલ અને તેની ગાઈડ્સ વચ્ચેનો કોએફીશન્ટ ઓફ ફ્રીકશન (ઘર્ષણનો ગુણક) ૦.૧૭૫ હોય અને સ્ક્રુની એફીશીઅન્સી ૪૪ ટકા હોય, તો ટેબલનું તેની ઉપરના દાગીના સાથે વજન કેટલું હશે ?

૩૪. એકેકની સાથે ભેરવાયલાં બે દાંતાનાં ચક્કરોની મધ્યરેશા વચ્ચેનું અંતર ૧૨$\frac{1}{2}$ ઈંચ છે, અને તેમનાં ગીઅરનું પ્રમાણ ૪ : ૧ છે. જો આ ચક્કરોનો ડાયમેટ્રલ પીચ ૧૦ હોય, તો તે ચક્કરોમાં દાંતાની સંખ્યા નક્કી કરો. જો મોટું ચક્કર દર મીનીટે ૫૦ આંટા ફરે, તો નાનું ચક્કર તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૩૫. એક સાદા વર્મ–ગીઅર્ડ પુલી–બ્લોકમાં વર્મ વ્હીલને ૭૨ દાંતા છે, અને વર્મ એક આંટાવાળો છે. વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપરનાં ચેન ડ્રમનો કાર્યસાધક વ્યાસ ૫ ઈંચ છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપરની ચેન પુલીનો કાર્યસાધક વ્યાસ ૧૨ ઇંચ છે. એમ માલમ પડયું છે કે ૪$\frac{1}{2}$ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ૫૮ પૌંડનું જોર જોઈએ છે, તો આ યંત્રની એફીશીઅન્સી (કાર્યસાધકત્વ) શોધો.

૩૬. ૮ ફુટ વ્યાસનાં એક ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપરના રેાપ બ્રેકમાં દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. ટેસ્ટ દરમ્યાન લોડ (વજન) ૫૦૦ પૌંડ છે, અને સ્પ્રીંગ બેલન્સ ઉપરનું ખેંચાણ ૧૫ પૌંડ છે, તો જ્યારે તે એન્જીન દર મીનીટે ૧૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે ત્યારે તેના બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

૩૭. એક સ્ક્રુ—પ્રેસના હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે. સ્ક્રુને હાથાના મધ્ય ભાગમાં સજ્જડ કરવામાં આવ્યો છે. જો સ્ક્રુને છેડે જોડેલી દબાણ કરનારી પ્લેટ ઉપર ૫૦૦ પૌંડનાં દબાણની જરૂર હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલાં પૌંડનું જોર વાપરવું પડશે? સ્ક્રુનો પીચ $\frac{૩}{૪}$ ઈંચ છે અને એફીશીઅન્સી ૪૫ ટકા છે.

૩૮. એક ૮ ઇંચ પહોળો પટો દર મીનીટે ૨૭૫૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૨૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની બન્ને બાજુઓ ઉપરનાં ખેંચાણોનું પ્રમાણ ૯ : ૪ હોય, તો પટાની પહોળાઈના દર ઇંચ દીઠ કેટલું ખેંચાણ આવશે?

૩૯. એક ૯૦ ટનનાં વજનનું લોકોમોટીવ (રેલવે એન્જીન) પોતાની સાથે ૩૫૦ ટનનાં વજનની ટ્રેન (ગાડી)ને ખેંચતાં ૪૫૦ હોર્સ પાવર વાપરે છે. ટ્રેન ૧૨૦ એ ૧ના ઢાળ ઉપર દોડે છે. જો ખેંચાણને નડતો અવરોધ (ટ્રેકટીવ રીઝીસ્ટન્સ) લોકોમોટીવ અને ટ્રેનનાં કુલ વજનના દર ટન દીઠ ૧૨ પૌંડ હોય, તો ટ્રેનની ઝડપ કેટલી હશે?

૪૦. જો એક પાઈપ અથવા નળ ૧૦ ફુટ ચોરસ તળીયાંવાળી અને ૫ ફુટ ઉંચી એક ટાંકીમાંથી દર મીનીટે સરેરાશ ૨૦૦ ગેલનની ઝડપે પાણી બહાર કાઢે છે, તો તે ટાંકીને ખાલી કરતાં કેટલો વખત લાગશે?

૪૧. એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેબને ૧૫ ઇંચ લાંબો હાથો છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે, અને વજન ઉપાડનારાં દોરડાંનો વ્યાસ $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ છે. જો પીનીઅનને ૨૫ દાંતા અને વ્હીલને ૧૩૦ દાંતા હોય, તો ક્રેબની ગતિનું પ્રમાણ (વેલોસીટી રેશ્યો) શોધો.

૪૨. એક લેથના કાઉન્ટર શાફ્ટ અને ડ્રાઈવીંગ સ્પીન્ડલ ઉપરની કોન પુલીના વ્યાસ ૫, ૬, અને ૭ ઈંચ છે. હેડ સ્ટોકનાં બેક ગીઅરમાં ૧૫ દાંતાવાળાં બે પીનીઅન અને ૪૫ દાંતાવાળાં બે વ્હીલો છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ દર મીનીટે ૨૦૦ આંટા ફરે, તો ડ્રાઈવીંગ સ્પીન્ડલ જુદી જુદી કેટલી ઝડપોએ ફરશે તે શોધો.

૪૩. એક સ્ક્રુ–જેકમાં વર્મને ચલાવનારા હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઈંચ છે, વર્મ વ્હીલને ૩૮ દાંતા છે; અને સ્ક્રુનો પીચ $\frac{1}{2}$ ઈંચ છે જે સીંગલ થ્રેડેડ છે. એમ માલમ પડયું છે કે ૮૮૦ પૈાંડનું વજન ઉંચકવા માટે ૨ પૈાંડ જોરની જરૂર પડે છે, તો આ જેકની એફી-શીઅન્સી શોધો.

૪૪. એક પુલી–બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકને ૪ ધરેડી (શીવ્ઝ) અને નીચલા બ્લોકને ત્રણ ધરેડી છે, અને તે ૨૪૦ પૈાંડનાં જોર વડે $\frac{1}{2}$ ટનનું વજન ઉપાડે છે, તો આ ટેકલની એફીશીઅન્સી શોધો, અને જે હુક વડે ઉપલા બ્લોકને ટેકવવામાં આવ્યો છે તે હુક ઉપરનું દબાણ શોધો.

૪૫. એક વેસ્તન પુલી-બ્લોકમાં પુલીના વ્યાસો ૯ ઈંચ અને ૮ ઈંચ છે. જો ૬૦ ટકા ઘર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો ૬૦ પૈાંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? વળી ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૪૬. એક ઓઇલ એન્જીનના બ્રેક હોર્સપાવર ૧૦ છે. બ્રેક પુલી ઉપરના રોપ બ્રેકમાં દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઈંચ છે. સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૨ પૈાંડ દર્શાવે છે અને દોરડાંના નીચલા છેડા ઉપરનું વજન ૭૦ પૈાંડ છે. બ્રેક પુલી દર મીનીટે ૩૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો બ્રેક પુલીનો વ્યાસ શોધો.

૪૭. એક લેથના હેડ સ્ટોક સ્પીન્ડલ ઉપરના સ્પીડ કોનની સ્પીડના સૌથી મોટા અને સૌથી નાના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૫$\frac{1}{2}$ ઈંચ છે. આ સ્પીડ કોનને દર મીનીટે ૩૫૦ આંટાની ઝડપે

ફરતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલા એનેજ મળતા બીજા સ્પીડ કોન ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. હેડ સ્ટોક સ્પીન્ડલ ઉપરનાં ૬૨ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો એક ગીઅરીંગની એક શાફ્ટ ઉપરનાં ૧૮ અને ૫૦ દાંતાવાળાં ચક્કરો સાથે અનુક્રમે ગીઅર થાય છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને જ્યારે સીંગલ ગીઅર તેમજ ડબલ ગીઅર હોય ત્યારે સ્પીન્ડલની સૌથી વધુ અને સૌથી ઓછી ઝડપો શોધો.

૪૮. દાંતાવાળાં ચક્કરોના સમુહ (Train of gear wheels)માં ડ્રાઈવરો (ડાઈવીંગ વ્હીલો) ને ૧૦૦, ૮૦, અને ૭૦ દાંતા છે, અને ફોલોઅરો (ડ્રીવન વ્હીલો) ને ૧૫, ૧૪, અને ૧૬ દાંતા છે. જો પહેલું ચક્કર દર મીનીટે ૪.૫ આંટા ફરે, તો છેલ્લું ચક્કર તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૪૯. એક વેસ્તન પુલી–બ્લોકમાં ધરેડીના વ્યાસો અનુક્રમે ૯$\frac{3}{4}$ અને ૮$\frac{3}{4}$ ઇંચ છે. જો એફીશીઅન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો ૫૦ પૈાંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય ?

૫૦. બે સ્પીડ કોનમાં દરેક કોન ઉપર માત્ર બે સ્ટેપ છે, બન્ને કોન એક સરખા છે, અને નાના સ્ટેપનો વ્યાસ ૨.૫ ઇંચ છે, તો ગતિનાં પ્રમાણ ૩ : ૧ અને ૧ : ૩ મેળવવા માટે આ બે સ્પીડ કોનના સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને પટાની મદદ વડે આ બે કોનને કેવી રીતે જોડી શકાય તે શોધો.

૫૧. એક એન્જીનની ક્રેંક શાફ્ટ ઉપરનાં બ્રેક ડ્રમનો વ્યાસ ૨૦ ઇંચ છે, અને બ્રેકના પટાના બન્ને છેડા સાથે જોડેલા બેલન્સ અનુક્રમે ૩૦૦ પૈાંડ અને ૯૦ પૈાંડ દર્શાવે છે. જો એન્જીનની ઝડપ દર મીનીટે ૪૦૦ આંટા હોય, તો બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

૫૨. એક ડબલ–એકટીંગ કમ્પાઉન્ડ સ્ટીમ એન્જીનનાં સીલીન્ડરના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૧૮ ઇંચ છે, અને સ્ટ્રોકની લંબાઈ

૨૭$\frac{1}{2}$ ઇંચ છે. જો હાઇપ્રેશ્યોર સીલીન્ડરમાં સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૭૦ પૌંડ હોય, અને લો પ્રેશ્યોર સીલીન્ડરમાં દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૨૫ પૌંડ હોય, તો તે એન્જીનના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર શોધો.

૫૩. ૧૫૦ ટનના વજનનું એક લોકોમોટીવ (રેલવે એન્જીન) ૪૦૦ ટનનાં વજનની ત્રેનને ૧૦૦ એ ૧ના ઢાળ ઉપર ખેંચી જતાં ૬૦૦ હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે છે. જો ખેંચાણને નડતો અવરોધ કુલ વજનના દર ટન દીઠ ૧૪ પૌંડ હોય, તો તે ઢાળ ઉપર ચઢતાં ત્રેનની ઝડપ કેટલી થશે તે શોધો.

૫૪. એક પટાની ચલાવનારી બાજુ (ટાઈટ બાજુ) ઉપરનું ખેંચાણ ૨૭૭ પૌંડ છે, અને બીજી બાજુ (ઢીલી બાજુ) ઉપરનું ખેંચાણ ૧૧૩ પૌંડ છે. પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૧૨૦૦ ફુટ છે, તો દર મીનીટે તે પટા વડે થતું કામ શોધો, અને વળી સંચારણ કરવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૫૫. એક વિંચ અથવા ક્રેનને ૭૫ ટકાની એફીશીઅન્સી સાથે ૪ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ગોઠવેલો છે. હાથાની લંબાઈ બેરલની સરેરાશ ત્રિજ્યાથી ચારગણી છે. હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવાનું છે, તો તે ક્રેન માટે જોઈતી દાંતાનાં ચક્કરોની હાર (ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ) દોરો, અને તે દરેક ચક્કર ઉપર તેના દાંતાની સંખ્યા લખો. દાંતાનાં ચક્કરોને તેમના પીચ સર્કલ (વર્તુલ) વડે દર્શાવો.

૫૬. ચાર સ્પીડવાળી બે કોન પુલી વડે ૪ : ૧. ૩ : ૧, ૨ : ૧, અને ૧ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવા માટે તે કોન પુલીઓનાં સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. સ્ટેપનો સૌથી મોટો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ લેવાનો છે.

૫૭. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં મોટાં એકસલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાના એકસલનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. જો વ્હીલની સરેરાશ ત્રિજ્યા ૩૬ ઇંચ હોય, તો આ યંત્રનું ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૫૮. એક વર્મ વ્હીલ જેને ૨૦ દાંતા છે તે ૧·૨૫ ઈંચ પીચવાળા સ્ક્રુની નટ બને છે. ૨૧ ઇંચ લાંબા હાથા વડે ચલાવવામાં આવતો એન્ડલેસ સ્ક્રુ તે વર્મ વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. જો આ યંત્રની એફીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો જ્યારે હાથાને છેડે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યારે વર્મ વ્હીલ વડે ચાલતા સ્ક્રુના છેડા વડે કેટલું દબાણ કરવામાં આવશે?

૫૯. એક ક્રેબ જેમાં વર્મ ગીઅરીંગ વપરાયું છે, તેમાં વર્મ વ્હીલને ૪૮ દાંતા છે, એકસલનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે, હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે, વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ છે, અને ક્રેબની એફીશીઅન્સી ૩૦ ટકા છે, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો, અને વળી જો હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું સરેરાશ જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે તે શોધો.

૬૦. નીચે આપેલા પીચના સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં સુગમ પડતાં ચેન્જ–ગીઅર વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) નક્કી કરો. લેથના લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ દર ઈંચ દીઠ ૪ આંટા જેટલો છે:—$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ, $\frac{૩}{૨૦}$ ઇંચ, અને ૧$\frac{૧}{૪}$ ઇંચ.

૬૧. વજનો ઉપાડવા માટેના દોરડાં અને પુલીવાળા એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં બે બ્લોક છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે ઘરેડી છે, તો દોરડાંનો છેડો કયા બ્લોક સાથે બાંધવો જોઈશે, અને નીચલા બ્લોકના હુક ઉપરથી લટકાવેલાં ૮ હંન્ડ્રેડવેટનાં વજનને ઉપાડવાને માટે કેટલા પૌંડનું જોર જોઈશે? બ્લોકોની એફીશીઅન્સી ૦·૭ છે.

૬૨. એક પટો ૨૪ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે, અને તેની ઝડપ દર મીનીટે ૧૮૦૦ ફુટ છે. પટા ઉપર સલામતી સાથે કાર્ય કરતું ખેંચાણ દર ઇંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડ લઈ શકાય છે, તો પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનું ખેંચાણ ટાઈટ બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણથી અર્ધું લઈ પટાની જોઈતી પહોળાઈ શોધો.

૬૩. એક લેથના ડ્રાઈવીંગ હેડ સ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૧૨, ૧૦, ૮ અને ૬ ઇંચ વ્યાસના ૪ સ્ટેપ્સ અથવા સ્પીડ છે, અને એક ગીઅરીંગમાં ૧૪ દાંતાવાળાં બે પીનીઅન અને ૪૨ દાંતાવાળાં બે વ્હીલ છે, તો બેક ગીઅરીંગનું પ્રમાણ શોધો.

જો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન હેડ સ્ટોકમાંના સ્પીડ કોનને બરાબર મળતો હોય, અને કાઉન્ટર શાફ્ટની ઝડપ દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા હોય, તો હેડ સ્ટોકના સ્પીન્ડલની આઠ જુદી જુદી ઝડપો શોધો.

૬૪. દોરડાં વડે શક્તિનું સંચારણ કરવામાં, જે વ્હીલ ઉપર દોરડું ચાલે છે તેનો વ્યાસ ૧૪ ફુટ છે અને તે દર મીનીટે ૩૦ આંટા ફરે છે. દોરડાં ઉપરનું ખેંચાણ ૧૦૦ પૌંડ છે, તો સંચારણ કરવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૬૫. એક ફ્રીકશન બ્રેક ડાયનામોમીટરમાં ૯૩ પૌંડનાં વજનને વ્હીલનાં મધ્યબિંદુથી ૩૧$\frac{૧}{૨}$ ઇંચનાં અંતરે લટકાવેલું છે. બ્રેક વ્હીલને તેની ધરી ઉપર બેસાડેલી ૫ ફુટ વ્યાસની પુલી વડે ચલાવવામાં આવે છે. આ પુલી ઉપર એન્જીનનાં ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપરથી આવતો પટો ચાલે છે, અને તે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો આ ડાયનામોમીટરની થીઅરી સમજાવો, અને એન્જીન વડે આપવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૬૬. એન્ડલેસ સ્ક્રુ અને વર્મ વ્હીલના ઉપયોગથી મળતો યાંત્રિક લાભ સમજાવો. એન્ડલેસ સ્ક્રુને જે હાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે, વર્મ વ્હીલને ૩૨ દાંતા છે, અને ૬ ઇંચ વ્યાસનાં ડ્રમ ઉપરથી આવતાં દોરડાં વડે વજન Wને લટકાવવામાં આવે છે. આ ડ્રમને વર્મ વ્હીલની ધરી ઉપર બેસાડેલું છે. જો હાથાને છેડે દબાણ P લાગુ પાડવામાં આવે, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૬૭. એક ક્રેનમાં ચક્કામની હાર આપેલી છે. પહેલાં પીનીઅનને હાથા વડે ચલાવવામાં આવે છે, અને છેલ્લાં વ્હીલને ક્રેનનાં ચેન-બેરલની ધરી ઉપર બેસાડેલું છે. ચક્કામની રચના નીચે પ્રમાણે છેઃ–૧૧ દાંતાનું પીનીઅન ૯૨ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે, અને ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન ૭૨ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ છે, અને હાથાના છેડા વડે દોરાતાં વર્તુલનો વ્યાસ ૩૬ ઇંચ છે, તો જોર અને ઉપાડેલાં વજન વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવાનું નથી.

૬૮. પુલીઓ અને પટાની મદદ વડે એક પંખાને એન્જીન વડે ચલાવવામાં આવે છે. પહેલો ચલાવનારો પટો એન્જીનનાં ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપરથી પસાર થાય છે. પુલીઓની હાર નીચે પ્રમાણે છેઃ—(૧) ફ્લાઈ વ્હીલ A, (૨) એક ધરી ઉપર બે પુલીઓ B અને C, (૩) બીજી ધરી ઉપર બીજી બે પુલીઓ D અને E, અને (૪) પંખાની ધરી ઉપર એક પુલી F. A, B, C, D, E, અને Fના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૨, ૩, ૮, ૨, ૫, અને ૧ છે, અને A દર મીનીટે ૨૦ આંટા ફરે છે, તો F દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે ?

૬૯. ૨૦ દાંતાવાળું એક પીનીઅન સીધા રેકને ચલાવે છે. દાંતાનો પીચ $\frac{3}{4}$ ઈંચ છે. પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં એક રેચેટ વ્હીલ વડે પીનીઅનને ચલાવવામાં આવે છે, અને રેચેટ વ્હીલને ૪૦ દાંતા છે, તો રેચેટ વ્હીલનો દરેક દાંતો ચલાવતાં રેક કેટલા ઇંચ આગળ ચાલશે ?

૭૦. એક લેથ ઉપર ૪ ઈંચ વ્યાસની અને ૧૮ ફુટ લાંબી એક સ્ટીલની શાફ્ટને ટર્ન કરવામાં (ખરાદવામાં) આવે છે. શાફ્ટ દર મીનીટે ૪૮ ફુટની ઝડપે ફરે છે. શાફ્ટના દર ૧૨ આંટા દીઠ ટુલને એક ઇંચની ફીડ આપવામાં આવે છે, તો આ શાફ્ટની આખી લંબાઈએ એક કાપ (કટ) પુરો કરવા માટે કેટલો વખત જોઈશે ?

જવાબો

એકસર્સાઇઝ ૧લી. પૃષ્ઠ ૧૧–૧૨.

૧. ૨૧૦ આંટા. **૨.** ૩૧·૧ ઈંચ. **૩.** ૧૧૬·૬ આંટા. **૪.** ૧૯·૪૪ ઈંચ. **૫.** ૨૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ. **૬.** ૧૧·૮ ઇંચ અને ૩૪·૨ ઇંચ. **૭.** ૮ ઇંચ અન ૧૨ ઇંચ; ૯૬ અને ૧૪૪ આંટા. **૮.** ૬·૪ ફુટ અને ૧·૬ ફુટ. **૯.** ૨૯૩·૪૭ આંટા અને ૧૫૬·૫૩ આંટા.

એકસર્સાઇઝ ૨જી. પૃષ્ઠ ૩૬–૪૩.

૧. ૨૧·૫ ઇંચ. **૨.** ૨૦૦ દાંતા. **૩.** દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ ૧૨, અથવા $\frac{૧}{૧૨}$; ૦·૨૬૧૮ ઇંચ. **૪.** ૭$\frac{૧}{૨}$ ઈંચ. **૫.** દર ઈંચ વ્યાસ દીઠ ૭, અથવા $\frac{૧}{૭}$. **૬.** ૮૦ દાંતા. **૭.** ૩૦ આંટા. **૮.** ૩૦ આંટા; આઇડલ વ્હીલ. **૯.** ડ્રાઇવર ૧૨ ઇંચ વ્યાસ ૩૦ દાંતાનું; ફૉલોઅર ૪૮ ઈંચ વ્યાસ ૧૨૦ દાંતાનું. **૧૦.** ૬૦ દાંતા. **૧૧.** ૧૨ ઇંચ અન ૮ઈંચ; ૧·૫૭ ઈંચ. **૧૨.** ખરા વ્યાસ ૩૪·૩૬ ઈંચ અને ૨૫·૭૭૨ ઈંચ; ૧૦૮ અને ૮૧ દાંતા; તફાવત ૦·૦૬૮૧ ઇંચ. **૧૩.** ૨૫ દાંતા અને ૫૦ દાંતા. **૧૪.** ૬ ફુટ ૩·૪ ઈંચ. **૧૫.** ૧૦ ફુટ. **૧૬.** $\frac{૧}{૬}$ આંટો. **૧૭.** ૨૨૩ પૌંડ. **૧૮.** ૧૫૨ પૌંડ. **૧૯.** ૮ આંટા. **૨૦.** ૫૯·૪ પૌંડ. **૨૧.** $\frac{૧}{૧૬}$ ઇંચ; $\frac{૧}{૮}$ ઇંચ; $\frac{૩}{૧૬}$ ઇંચ; $\frac{૧}{૪}$ ઈંચ; $\frac{૫}{૧૬}$ ઈંચ; $\frac{૩}{૮}$ ઇંચ; $\frac{૭}{૧૬}$ ઇંચ. **૨૨.** ૧૯·૧ ઇંચ; ૨૨ આંટા. **૨૩.** ૪૫૦ આંટા; ૧૦૦૩·૫ પૌંડ. **૨૪.** $\frac{૭૫}{૧૫} \times \frac{૭૫}{૨૦}$. **૨૫.** $\frac{૭૦}{૨૦} \times \frac{૪૦}{૧૫}$. **૨૬.** $\frac{૧}{૮}$; ૨૦ આંટા. **૨૭.** ૧૦૦ પૌંડ; પરચેઝ ઓફ ગીઅર = $\frac{૬}{૧}$. **૨૮.** ૭૮ આંટા. **૨૯.** (૧) ૧૪૨·૨ આંટા; (૨) ૨૮·૮ સેકન્ડ; (૩) ૧૪૬૫·૨ પૌંડ. **૩૦.** ૨૪૦૦ પૌંડ. **૩૧.** ૧૦૦ પૌંડ. **૩૨.** ૨·૬૨૫ ટન. **૩૩.** ૫૧·૭ પૌંડ; ચક્રકામ વડે મળતો લાભ = ૫૪·૧૬ : ૧; ૬·૩૮ ટન; ૮·૫૧ ટન; ૨ ફુટ.

એકસર્સાઇઝ ૩જી. પૃષ્ઠ ૬૩–૬૬.

૧. ૯૦૦ પૌંડ; ૬૭૫ પૌંડ. **૨.** (૧) ૨૩·૭; ૨૩·૭ : ૧; (૨) ૧૬·૬; ૧૬·૬ : ૧. **૩.** (૧) ૨૧૬; (૨) ૨૮; (૩) ૧૭૨૮૦ ફુટ-પૌંડ.

(૪) ૨૨૪૦ ફુટ–પૌંડ; (૫) ૧૨·૯૬ ટકા; (૬) ૦·૧૩૫ હૉ. પા. **૪.** ૪૨૦૧ પૌંડ; ૨૯૪૦·૭ પૌંડ; (૧) ૫૨·૫; (૨) ૩૬·૭; (૩) ૪૨૦૧ ફુટ–પૌંડ; (૪) ૨૯૪૦·૭ ફુટ–પૌંડ; (૫) ૭૦ ટકા; (૬) ૧૫·૭૧ ફુટ. **૫.** ૧૯૨૦૦ પૌંડ; ૪૦૦ પૌંડ; ૯૬૦ પૌંડ; ૪૧૧૪·૨ પૌંડ. **૬.** ૮૦; ૨૯૩·૩; ૧૯૮૦ પૌંડ; ૧૨૦૦ પૌંડ. **૭.** $\frac{૧૫}{૮૪} \times \frac{૧૨}{૯૬}$. **૮.** ૮ ઈંચિ; ૬ ઈંચ. **૯.** ૧૬ ઈંચિ; ૪૮૦ પૌંડ; ૨૫૨૦ પૌંડ. **૧૦.** ૧૧ : ૧૧૦૪; ૧૧ : ૭૭૨·૮. **૧૧.** ૩·૭૫ ટન. **૧૨.** યાંત્રિક લાભ = ૨૬·૧૬ : ૧; ગતિનું પ્રમાણ = ૪૪·૬ : ૧. **૧૩.** યાંત્રિક લાભ = ૮૯; ગતિનું પ્રમાણ ૧૦૪·૭ : ૧; એફીશીઅન્સી = ૦·૪૧; P = ૧૬·૩૯ પૌંડ; એફીશીઅન્સી = ૦·૭૨૨. **૧૪.** ૩૦·૫ હૉ. પા.; ૨૨૭૮૭ વૉટસ; ૧૭૦ એમ્પીઅર. **૧૫.** ૭૨ ટકા. **૧૬.** ૭૬ ટકા.

એકસર્સાઇઝ ૪થી. પૃષ્ઠ ૧૦૪–૧૧૧.

૧. ૩૨૦ આંટા. **૨.** ૭·૫ ઇંચ. **૩.** ૧૧૬·૬ આંટા. **૪.** ૨૭·૪૩ ઇંચ. **૫.** ૨૬·૫૮ ફુટ; ૧૫૨·૨૫ આંટા. **૬.** ૨૫·૮૪ ઇંચ; ૨૪૦ આંટા. **૭.** ૯૦·૪ અને ૧૬૯·૬. **૮.** ૯·૭ ઈંચિ અને ૩૨·૩ ઈંચ. **૯.** ૮·૪૬ ઈંચિ. **૧૦.** ૧૨૭ આંટા. **૧૧.** ૨૪ ઇંચ અને ૯ ઇંચ. **૧૨.** ૧૮ ઇંચ અને ૪૨ ઇંચ; ૧૨૦ આંટા અને ૨૮૦ આંટા. **૧૩.** ૧૭૨૫ આંટા; ૩૬·૫ પૌંડ. **૧૪.** ૪૫૪·૮ આંટા. **૧૫.** ૯·૩ : ૧. **૧૬.** એન્જીન ઉપર ૨૩·૨૨ ઇંચ વ્યાસની પુલી; કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૧૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી એન્જીન ઉપરની પુલીની સામે, અને ૧૨ ઇંચની પુલી પમ્પ ઉપરની પુલીની સામે. **૧૭.** ૩૬૬·૬ આંટા; ૯૧·૬ આંટા. **૧૮.** ૧૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ. **૧૯.** ૧૪·૬૬ ફુટ; ૭૨, ૧૧૬·૪, ૧૮૦, ૨૭૮·૧, ૪૫૦ આંટા; ડબલ ગીઅર વડે ૮, ૧૨·૯, ૨૦, ૩૦·૯, ૫૦ આંટા. **૨૦.** ૧૦ ઈંચિ. **૨૧.** ૧૨૪·૪ આંટા. **૨૬.** ૯૪·૩ અને ૧૪૬·૬ આંટા. **૨૭.** ૧૫·૫ ફુટ. **૨૮.** ૬૭૩·૦૭ પૌંડ. **૨૯.** ૫૨૮ પૌંડ. **૩૦.** ૫·૬ હૉ. પા. **૩૧.** ૩·૧૪ ઈંચિ. **૩૨.** ૩·૪ હૉ.પા. **૩૩.** ૫૦૪ અને ૩૭૮ પૌંડ; ૪·૨ ઈંચિ. **૩૪.** ૧૨ હૉ. પા. **૩૫.** ૧૧૪·૬ આંટા; ૧૦૮·૮ આંટા.

૩૬. ૧·૦૫ હૉ. પા. ૩૭. ૨૫૧૪ ફુટ દર મીનીટે; ૨૬૨ પૈાંડ.
૩૮. ૨૪ અને ૮ ઇંચ, ૨૧·૩ અને ૧૦·૬ ઇંચ, ૧૯·૨ અને ૧૨·૮ ઇંચ.
૩૯. ૩૦ અને ૬ ઇંચ, ૨૮·૮ અને ૭·૨ ઇંચ, ૨૭ અને ૯ ઇંચ, ૨૪ અને ૧૨ ઇંચ, ૧૮ અને ૧૮ ઇંચ.

એકસર્સાઇઝ ૫મી. પૃષ્ઠ ૧૩૦–૧૩૨.

૧. ૧૬ બ્રે. હૉ. પા. **૨.** ૭·૫ બ્રે. હૉ. પા.; ૩૧૮·૧૨ B. T. U. ૩. ૮૭·૨ ટકા; ૩૬૩૦૦ ફુટ–પૈાંડ. **૪.** ૪·૨૭ બ્રે. હૉ. પા. **૫.** ૩૭·૮ ઈ. હૉ. પા.; ૩૧ બ્રે. હૉ. પા.; ૮૨ ટકા. **૬.** ૭·૨ બ્રે. હૉ. પા. **૭.** ૮·૧૭ બ્રે. હૉ. પા. **૮.** ૭૯૬૨·૬૨૪ બ્રે. હૉ. પા.

એકસર્સાઇઝ ૬ઠી. પૃષ્ઠ ૧૫૩–૧૫૫.

૧. ૧૧૨૦ પૈાંડ. **૨.** ૫૫·૩ પૈાંડ; ૩૨૯·૩ પૈાંડ. **૩.** ૫૧૦ પૈાંડ; ૬૯૦ પૈાંડ. **૪.** ૪૧૯૨ ફુટ–પૈાંડ; ૦·૪૨. **૫.** (૧) ૧૧૭૬ ફુટ–પૈાંડ; (૨) ૭૧·૪ ટકા; (૩) ૨૮·૬ ટકા. **૬.** ૨૩·૭ ટકા. **૭.** ૯૬૦ પૈાંડ; ૧૧૦૦ પૈાંડ; ૭૨૪·૮ પૈાંડ; ૮૩૦·૫ પૈાંડ. **૮.** (૧) ૫; ૫ : ૧; (૨) ૩·૩; (૩) ૦·૬૬; (૪) ૬૬ ટકા. **૯.** ૧૬૮ પૈાંડ. **૧૦.** ૯૮૦ પૈાંડ; ૪ ફુટ; ૧૨૩૦ પૈાંડ. **૧૧.** ૨૫૦ પૈાંડ. **૧૨.** ૧૨૧૫·૨ પૈાંડ. **૧૩.** ૮૪·૬; ૧૧૨·૫ : ૧; ૦·૪૪. **૧૪.** ૮૫; ૧૧૩.

એકસર્સાઇઝ ૭મી. પૃષ્ઠ ૧૭૬–૧૭૮.

૧. ૧ : ૬૦. **૨.** ૧૨૦૦ પૈાંડ. **૩.** ૩/૪ પૈાંડ. **૪.** ૨ ઇંચ. **૫.** ૪૦ : ૧. **૬.** ૧·૨ ઇંચ. **૭.** ૨૦ ઇંચ. **૮.** ૨૦૦ ફુટ. **૯.** ૧૦૦·૮ પૈાંડ. **૧૦.** ૬૨·૫ પૈાંડ, **૧૧.** (૧) ૧/૪; (૨) ૧/૮; (૩) ૦·૫; (૪) ૫૦ ટકા. **૧૨.** ૮૦ ફુટ દર મીનીટે. **૧૩.** ૩૦ ટકા. **૧૪.** ૭·૮ ઇંચ. **૧૫.** ૧૫૩ પૈાંડ. **૧૬.** ૧૨૫ પૈાંડ; ૩૫૭·૧ પૈાંડ. **૧૮.** ૬ ફુટ. **૧૯.** ૮·૮ ઇંચ.

એકસર્સાઇઝ ૮મી. પૃષ્ઠ ૧૯૫–૧૯૭.

૧. (**अ**) ૭૨ પૈાંડ; ૬૯·૫૮ પૈાંડ; (**ब**) ૭·૫ ઇંચ; (**क**) ૩૭·૫ ફુટ; (**ड**) ૧૬૦ પૈાંડ; ૧૧૦૮·૪૮ પૈાંડ. **૨.** ૭૫ પૈાંડ; ૭૦ પૈાંડ. **૩.** ૭૦ પૈાંડ; ૩૪૩ પૈાંડ. **૪.** (**अ**) ૯૫·૩૯ પૈાંડ; ૧૦૦ પૈાંડ. (**ब**) ૧૦·૧૮ ઇંચ. (**क**) ૫૬·૩૭ ફુટ. (**ड**) ૪૫૧ પૈાંડ; ૪૫૧૦ પૈાંડ. **૫.** ૪૨ પૈાંડ; ૩૬૦ પૈાંડ. **૬.** ૧૧૨ પૈાંડ; ૧૯૩·૭૬ પૈાંડ. **૭.** ૧૫ પૈાંડ;

૨૧·૧૫ પૌંડ. **૮.** ૨૬૨·૫ પૌંડ; ૧૮૧·૨૫ પૌંડ. **૯.** ૪૯ પૌંડ; ૩૬·૫ પૌંડ. **૧૦.** ૧૯·૧૨૮ પૌંડ; ૨૨·૭૫૬ પૌંડ; ૧૭·૮૦૫ પૌંડ; ૮°–૩૨′.

એકસરસાઇઝ ૯મી. પૃષ્ઠ ૨૪૮–૨૫૫.

૧. ૨૦ ઇંચ. **૨.** ૧ ઇંચ પીચ. **૩.** ૩ આંટા. **૪.** $\frac{૧}{૬૪}$″; $\frac{૧}{૩૨}$″; $\frac{૩}{૬૪}$″; $\frac{૧}{૧૬}$″. **૫.** ૧૮૪૮૦ પૌંડ; ૧૧૨·૫ પૌંડ. **૬.** ૧૦·૫ પૌંડ; ૭૯૨ પૌંડ. **૭.** ૨૩૮ પૌંડ. **૮.** ૪૪·૫ પૌંડ; ૧૪૮·૪૮ પૌંડ. **૯.** ૧૪ ઇંચ. **૧૦.** ૧·૨૫ ઇંચ–ટન. **૧૧.** $\frac{૧}{૨}$ ઇંચ પીચ. **૧૨.** ૧૦૦૫૭ પૌંડ. **૧૩.** ૫૨૮૦ પૌંડ; ૫૦ પૌંડ. **૧૪.** ૫૦૨૮ પૌંડ. **૧૫.** (૧) ૧ : ૩૫·૨; (૨) ૮૮૦ પૌંડ; (૩) ૯૫·૪૫ પૌંડ. **૧૬.** ૪૫૫૧ પૌંડ. **૧૭.** ૫·૫૭ પૌંડ; ૨૫૧·૪ : ૧; $\frac{W}{P} = \frac{૧૦૦·૫}{૧}$. **૧૮.** $\frac{૨}{૫}$ ઇંચ; $\frac{૧}{૬૦}$ ઇંચ. **૧૯.** $\frac{૧}{૮૦}$″; $\frac{૧}{૧૬}$″; $\frac{૩}{૧૬}$″; $\frac{૧}{૪}$″; $\frac{૩}{૧૦}$″. **૨૦.** ૨૧·૪૩ પૌંડ. **૨૧.** ૯૪૦ ડીગ્રી. **૨૨.** (૧) ૧ : ૧૮; (૨) ૪૫૦ પૌંડ. **૨૩.** ૧ : ૨૧૧·૨; ૨૧·૨ પૌંડ. **૨૪.** (૧) P : W : : ૧ : ૧૩૨૦; (૨) ૪૪૦૦ : ૧; (૩) ૨૬૪૦૦ પૌંડ. **૨૫.** (૧) ૧ : ૨૮·૧૬; (૨) ૮૦·૮૫ : ૧; (૩) ૮૪૪·૮ પૌંડ. **૨૬.** ૨૬૪ પૌંડ. **૨૭.** ૧ : ૧૨·૫; ૧૫૦ પૌંડ. **૨૮.** ૩૫ પૌંડ **૨૯.** ૩૦ આંટા. **૩૦.** $\frac{૧}{૧૨૮}$ ઇંચ; $\frac{૧૫}{૧૬}$ ઇંચ. **૩૧.** (૧) $\frac{૧}{૧૦૦૦૦૦૦}$ ઇંચ; (૨) $\frac{૧}{૪૦૦૦}$ ઇંચ; (૩) $\frac{૧}{૨૦}$ ઇંચ. **૩૨.** $\frac{૪૫}{૨૦}$.

એકસરસાઇઝ ૧૦મી. પૃષ્ઠ ૨૯૮–૩૦૨.

૧. ૧૬ : ૧; ૩૨૦, ૨૨૪, ૧૬૦, ૧૧૪·૨૮, ૮૦, ૨૦, ૧૪, ૧૦, ૭·૧૪, અને ૫ આંટા. **૨.** ૪૪ દાંતા. **૩.** ૪૫૦ પૌંડ; ૧૨૫ પૌંડ. **૪.** $\frac{૧૨}{૪૫} \times \frac{૧૨}{૪૫}$. **૫.** $\frac{૮૦}{૧૧૦}$. **૬.** ૯ : ૧; ૪૦૦, ૨૧૩·૩, ૧૨૦, ૬૪, ૪૪·૪, ૨૩·૭, ૧૩·૩, અને ૭·૧ આંટા. **૭.** $\frac{૩૦}{૨૦}$; $\frac{૬૦}{૨૦}$; $\frac{૧૧૦}{૨૦} \times \frac{૬૦}{૩૦}$; $\frac{૨૦}{૭૦} \times \frac{૩૦}{૭૫}$; $\frac{૨૦}{૫૫}$; $\frac{૯૦}{૨૦}$; $\frac{૨૦}{૪૦}$; $\frac{૩૦}{૪૦}$. **૮.** ૬૩૬·૩૬, ૪૨૫, ૨૮૮·૨૩, ૧૯૨·૫, ૧૧૦·૮૫, ૭૪·૦૩, ૫૦·૨, અને ૩૩·૫૩ આંટા. **૯.** $\frac{૨૦}{૧૦૦}$. **૧૦.** ૮$\frac{૧}{૨}$ આંટા. **૧૧.** ૨૨$\frac{૧}{૨}$ આંટા. **૧૨.** $\frac{૨૦}{૨૫} \times \frac{૧૨૦}{૩૦}$. **૧૩.** ૬ ફુટ ૧૦$\frac{૧}{૨}$ ઇંચ; ૯ ફુટ. **૧૪.** બેવલ વ્હીલ Cને ૪૦ દાંતા; Dને ૩૨ દાંતા; Wને ૭૫ દાંતા; $W_૧$ને ૩૦ દાંતા. **૧૫.** ૧૨·૫ ફુટ; ૩૯·૦૬ ફુટ. **૧૬.** $\frac{B}{G} = \frac{૧૫}{૧૨૦}$ અને $\frac{C}{D} \times \frac{E}{G} = \frac{૧૫}{૪૫} \times \frac{૩૦}{૧૨૦}$.

મીકેનીકલ એન્જીનીયરીંગનાં બીજાં વર્ષની વાર્ષિક પરિક્ષામાં પુછાયલા અને બીજા પરચુરણ દાખલાઓ. પૃષ્ઠ ૩૦૩-૩૧૬

૧. ૧૫·૫ પૌંડ. **૨.** ૯૦૦૦ પૌંડ. **૩.** ૧૦·૯ પૌંડ. **૪.** ૨૯·૬ પૌંડ. **૫.** ૯૦૫૧·૪૨ પૌંડ. **૬.** $\frac{૨૦}{૧૧૦}$. **૭.** ૧૫૮·૮૬ ટન. **૮.** ૪૬·૧૬ પૌંડ. **૯.** ૩૪·૫૨ એમ્પીઅર. **૧૦.** ૧૩૫·૭ પૌંડ. **૧૧.** ૪૫·૫ ટન. **૧૨.** ૯૧૩૫·૬ પૌંડ. **૧૩.** $\frac{૨૦}{૯૦} \times \frac{૩૦}{૧૧૦}$. **૧૪.** ૦·૪૩ હો. પા.; ૭·૫ મીનીટ. **૧૫.** ૧૬૦૯·૧૪ પૌંડ. **૧૬.** ૧૪·૬ ઇંચિ. **૧૭.** ૧૮·૧૮ એમ્પીઅર. **૧૮.** ૦·૪૫ હો. પા. **૧૯.** ૨ ઇંચ. **૨૦.** ૦·૦૦૨. **૨૧.** દર મીનીટે ૩૬૬$\frac{૨}{૩}$ આંટા અને ૯૧$\frac{૨}{૩}$ આંટા. **૨૨.** ૫·૧૪ બ્રે. હો. પા. **૨૩.** ૫·૭ હો. પા. **૨૪.** ૫·૫૭ ઇંચ. **૨૫.** ૦·૫૧. **૨૬.** દર મીનીટે ૨૬૨·૫, ૧૮૦, ૧૨૫, ૮૫·૭, ૨૩·૬૨૫, ૧૬·૨, ૧૧·૨૫, અને ૭·૭ આંટા. **૨૭.** ૬૦૮૨૫·૬ પૌંડ. **૨૮.** ૭·૯૨ ઇંચ. **૨૯.** ૨૦૧૧૪·૨ પૌંડ. **૩૦.** જે છેડે વજન લટકાવેલું છે તે છેડાથી ૫·૧ ફુટ દુર. **૩૧.** ૫૫ હો. પા. **૩૨.** ૯૩·૩ પૌંડ; દર મીનીટે ૭૦·૭ ફુટ. **૩૩.** ૬૦·૩૪ ટન. **૩૪.** ૨૦૦ દાંતા અને ૫૦ દાંતા; ૨૦૦ આંટા. **૩૫.** ૦·૫. **૩૬.** ૩૯·૨ બ્રે. હો. પા. **૩૭.** ૬·૬ પૌંડ. **૩૮.** ૬૭·૫ પૌંડ. **૩૯.** દર કલાકે ૧૨·૫ માઇલ. **૪૦.** ૧૫·૬ મીનીટ. **૪૧.** ૨૪ : ૧. **૪૨.** ૨૮૦ આંટા, ૨૦૦ આંટા, ૧૪૨·૮ આંટા, ૩૧·૧ આંટા, ૨૨·૨ આંટા, અને ૧૫·૮ આંટા. **૪૩.** ૦·૦૬૫. **૪૪.** ૦·૬૬; ૧૩૬૦ પૌંડ. **૪૫.** ૪૩૨ પૌંડ. **૪૬.** ૫·૦૬ ફુટ. **૪૭.** સીંગલ ગીઅર વેળાએ દર મીનીટે ૬૩૬·૩૬ આંટા અને ૧૯૨·૫ આંટા; ડબલ ગીઅર વેળાએ દર મીનીટે ૧૧૦ આંટા અને ૩૩ આંટા. **૪૮.** ૭૫૦ આંટા. **૪૯.** ૫૯૨ પૌંડ. **૫૦.** ૭·૫ ઇંચ અને ૨·૫ ઇંચ. **૫૧.** ૧૩·૩ બ્રે. હો. પા. **૫૨.** ૨૪૭·૧૮ ઈ. હો. પા. **૫૩.** દર કલાકે ૧૧·૨ માઇલ. **૫૪.** ૧૯૬૮૦૦ ફુટ–પૌંડ; ૫·૯ હો. પા.

૫૫. $\frac{૧૫}{૮૦} \times \frac{૧૨}{૧૧૨}$. **૫૬.** ડ્રાઇવીંગ કોનના વ્યાસ:—૭$\frac{૧}{૨}$″, ૯$\frac{૩}{૮}$″, ૧૨$\frac{૧}{૨}$″, અને ૧૮$\frac{૩}{૪}$″; હેડસ્ટોકના કોનના વ્યાસ:—૩૦″, ૨૮$\frac{૧}{૮}$″, ૨૫″, અને ૧૮$\frac{૩}{૪}$″. **૫૭.** ૭૨ : ૧. **૫૮.** ૧૫૮૪૦ પૌંડ. **૫૯.** ૨૧૬ : ૧; ૧૨૯૬ પૌંડ. **૬૦.** $\frac{૨૦}{૨૦}$, $\frac{૨૦}{૧૦૦}$, $\frac{૨૦}{૩૦} \times \frac{૧૫૦}{૨૦}$. **૬૧.** નીચલા બ્લોક સાથે; ૨૫૬ પૌંડ. **૬૨.** ૬.૨૮૬ પૌંડ. **૬૩.** ૯ : ૧ ; દર મીનીટે ૨૪૦, ૧૫૦, ૯૬, ૬૦, ૨૬.૬, ૧૬.૬, અને ૬.૬ આંટા. **૬૪.** ૪ હો. પા. **૬૫.** ૫.૬ બ્રે. હો. પા. **૬૬.** ૩ : ૪૪૮. **૬૭.** ૧૧ : ૧૧૦૪. **૬૮.** ૧૬૦૦ આંટા. **૬૯.** $\frac{૧}{૪}$ ઇંચ. **૭૦.** ૫૬.૫ મીનીટ.

અનુક્રમણિકા

અ

આઈડલ વ્હીલ્સ, ... ૨૩

ઈન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર, ... ૧૧૬

ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન, ... ૧૭૯

ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન ઉપર જોર, વજન અને પ્રતિકાર્યનાં પ્રમાણ ... ૧૮૦, ૧૮૧, ૧૮૨

ઉલટા સુલતી ગતિઓ, પુલીઓ અને પટા વડે, ... ૮૦

એડેન્ડમ, ... ૧૪

એડેન્ડમ સર્કલ, ... ૧૫

એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટર, ૧૧૭

ઓપન બેલ્ટ, ... ૬૮

ક

કમ્પાઉન્ડ સ્લાઈડ રેસ્ટ, ... ૨૬૮

કાઉન્ટર શાફ્ટ, ... ૮૫

ક્રેબ, ... ૪૫

ક્રેબ, સીંગલ પરચેઝ, ... ૪૬

ક્રેબ, દબલ પરચેઝ, ... ૫૩

ક્રેબ, ત્રેબલ પરચેઝ, ... ૫૭

ક્રેબમાં દાંતાનાં ચક્કરો ઉપરનું દબાણ, ... ૫૯

ક્રેબ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની, ... ૨૩૧

કોણિય વેગ, ... ૨

ક્રોસ બેલ્ટ, ... ૬૮

કોન પુલી, ... ૮૪

કોન પુલી, ફાસ્ટ હેડસ્ટોક ઉપરની, ... ૨૫૮, ૨૬૦

ગ

ગતિનો વેગ, ... ૧

ગતિનો વેગ, સમાન, ... ૧

ગતિઓ, પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલતી, ... ૮૦

ગતિનું પ્રમાણ, દાંતાનાં ચક્કરોમાં, ... ૧૮

ગતિનું પ્રમાણ, સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં, ... ૪૮

ગતિનું પ્રમાણ, ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં, ... ૫૫

ગતિનું પ્રમાણ, બેલ્ટ ગીઅરીંગમાં, ... ૬૭

ગતિનું પ્રમાણ, પુલી-બ્લોક ટેકલમાં, ... ૧૪૧

ગતિનું પ્રમાણ, વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં, ... ૧૫૯

ગતિનું પ્રમાણ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના ક્રેબમાં,... ૨૩૩

ગતિનું સંચારણ, ડીસ્ક અથવા રોલર વડે, ... ૬

ગતિનું સંચારણ, દાંતાનાં ચક્કરો વડે,... ... ૧૨
ગતિનું સંચારણ, પટા અને પુલી વડે, ... ૬૭
ગતિનું સંચારણ, દોરડાં વડે, ...૬૭,૧૦૨
ગતિનું સંચારણ સાંકળવડે,૬૭,૧૦૩
ગતિનાં સંચારણ, સ્ક્રુ વડે મેળવવામાં આવતી, ... ૨૧૮

ચ

ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ, ૧૮
ચાઈનીઝ વીન્ડલેસ, ... ૧૫૬
ચાપીઆ, પટાને ખસેડવા માટે, ...૮૨,૮૬
ચેન ગીઅરીંગ ૬૭, ૧૦૩
ચેન્જ વ્હીલ્સ, સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે, ૨૭૪, ૨૭૯
ચેન્જ વ્હીલ્સ, એકથી વધુ આંટાવાળા સ્ક્રુનાં આંટા કાપવા માટે,... ... ૨૮૩
ચેન્જ વ્હીલ્સના કોઠા, જુદા જુદા પીચના આંટાઓના સ્ક્રુ કાપવા માટે, ૨૮૪, ૨૮૫
ચેન્જ વ્હીલ્સ બરાબર ખરાં છે કે કેમ તે માટેનો તાળો, ૨૮૬
ચોરસ આંટો, ... ૨૦૬
ચોરસ આંટાનો સ્ક્રુ, ... ૨૦૭

જ

જોકી પુલી, ... ૯૬

ટ

ટર્બાઈન બ્રેક,... ... ૧૧૩
ટમ્બ્લર ગીઅર, ... ૨૭૩
ટાઈટનીંગ પુલી, ... ૯૬
ટેલ હેડ સ્ટોક,... ... ૨૬૬

ડ

ડ્રાઈવર, ...૬, ૬૮
ડાયમેટ્રલ પીચ, ... ૧૪
ડાયનામોમીટર, ... ૧૧૭
ડાયનામોમીટર, એબસોર્પશન, ૧૧૭
ડાયનામોમીટર, ટ્રાન્સ્મીશન, ... ૧૧૭, ૧૨૨
ડાયનામોમીટર, રોપ બ્રેક, ૧૧૭
ડાયનામોમીટર, બ્લોક બ્રેક, ૧૨૦
ડાયનામોમીટર, બેલ્ટ, ... ૧૨૩
ડાયનામોમીટર, સીમેન્સ બેલ્ટ, ૧૨૩
ડાયનામોમીટર, ફ્રુડ એન્ડ થોર્નીક્રોફ્ટ ટ્રાન્સ્મીશન, ૧૨૪
ડીડેન્ડમ, ... ૧૪
ડીડેન્ડમ સર્કલ, ... ૧૫

ઢ

ઢાળવાળી સપાટી, ... ૧૭૯
ઢાળ ઉપર જોર, વજન, અને પ્રતિકાર્યનાં પ્રમાણ, ... ૧૮૦. ૧૮૧, ૧૮૨

ઢાળવાળી સપાટી ઉપર ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવા વિષે, ... ૧૮૫

ત

ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર, ... ૧૧૭, ૧૨૨
તુથ્ડ ગીઅરીંગ, ... ૧૨
તુથ્ડ વ્હીલ્સ, ... ૧૩
ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સ, ... ૨૮
ટ્રેન ઓફ પુલીઝ, ... ૭૫
તોર્શન મીટર, ... ૧૨૬

થ

થર્ડ સીસ્તમ ઓફ પુલીઝ, ૧૪૧

દ

દાંતાનાં ચક્કરો, ... ૧૨
દાંતાનાં પ્રમાણ, ... ૧૫

ન

નટ, ... ૨૦૦
નટનાં માપ નક્કી કરવા માટેના નિયમ,... ... ૨૦૪
નોમીનલ હોર્સપાવર, ... ૧૧૬

પ

પટો, ખુલ્લો, ... ૬૮
પટો, ક્રોસ, ... ૬૯
પટાનું સરવું તે, ... ૭૨
પટા વડે અસમાંતર શાફ્ટોને ચલાવવાની રીત, ... ૯૪
પટા વડે સંચારણ થતી શક્તિ ૯૭
પટાની ટાઈટ બાજુ, ... ૯૭
પટાની ઢીલી બાજુ, ... ૯૭
પમ્પ બ્રેક, ... ૧૧૨
પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલની આમ તેમની ગતિ સ્ક્રુ અને નટ વડે મેળવવાની રીત, ૨૯૧
પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલની આમ તેમની ગતિ રેક અને પીનીઅન વડે મેળવવાની રીત, ... ૨૫૯
પીચ સરફેસીસ, ... ૧૩
પીચ સર્કલ, ... ૧૩
પીચ, દાંતાવાળાં ચક્કરમાં દાંતાનો, ... ૧૪
પીચ, સર્કયુલર, ... ૧૪
પીચ, ડાયમેટ્રલ, ... ૧૪
પીચ, સ્ક્રુના આંટાના, ૨૦૦, ૨૦૫
પીનીઅન, ... ૨૦
પુલીઓ, ફાસ્ટ અને લુસ, ૭૯
પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલતી ગતિઓ, ... ૮૦
પુલીની રીમના આકાર, ... ૯૩
પુલી, સુતરનાં દોરડાં માટે, ૧૦૩
પુલી, તારનાં દોરડાં માટે, ૧૦૩
પુલી–બ્લોક, ... ૧૩૩
પુલીઓની રચનાઓ, ... ૧૩૭
પુલીઓની પહેલી રચના, ... ૧૩૭
પુલીઓની બીજી રચના. ... ૧૩૯

પુલીઓની ત્રીજી રચના, ... ૧૪૧
પુલી–બ્લોક ટેકલ, ... ૧૪૦
પેરેલેલ વાઈસ, ... ૨૨૫
પ્રોની બ્રેક, ... ૧૨૦

ફ

ફલૅંક, ... ૧૫
ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ, ૧૩૭
ફાસ્ટ પુલી, ... ૭૯
ફાંચર, ... ૧૮૨
ફાસ્ટ હેડ સ્ટૉક,... ... ૨૫૬
ફાસ્ટ હેડ સ્ટૉકની મેન્ડ્રીલ, ૨૬૫
ફ્રીકશન ગીઅરીંગ, ... ૬
ફ્રુડ અને થેાર્ની ક્રોફ્ટ ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર, ... ૧૨૪
ફ્રેસ, ... ૧૪
ફ્રેન બ્રેક, ... ૧૧૩
ફ્રોલોઅર, ...૬,૬૮
ફ્રોર્કસ, પટા ખસેડવા માટે, ૮૨, ૮૬

બ

બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર, ૧૨૦
બત્રેસ આંટા, ... ૨૦૮
બત્રેસ આંટાના આકારનાં પ્રમાણ, ... ૨૦૮
બેવલ વ્હીલ્સ,... ... ૪૩
બેલ્ટ ગીઅરીંગ, ... ૬૭
બ્રેકસ, ... ૧૧૨
બ્રેક, બ્લોક, ... ૧૧૩
બ્રેક, બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ, ... ૧૧૪
બ્રેક, પમ્પ, ... ૧૧૨
બ્રેક, ટર્બાઈન અથવા ફ્રેન, ૧૧૩
બ્રેક, પ્રોની, ... ૧૨૦
બ્રેક હોર્સપાવર, ... ૧૧૬
બ્રેક હોર્સપાવર, રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર વડે, ... ૧૧૯
બ્રેક હોર્સપાવર, બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર વડે, ... ૧૨૨
બ્રેક હોર્સપાવર, બેલ્ટ ડાયનામોમીટર વડે, ... ૧૨૩
બ્રેક હોર્સપાવર, સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામોમીટર વડે, ૧૨૪
બ્રેક હોર્સપાવર, ફ્રુડ એન્ડ થેાર્નીક્રોફ્ટ ડાયનામોમીટર વડે, ... ૧૨૬
બ્રેક હોર્સપાવર, તોર્શન મીટર વડે, ... ૧૨૭
બેલ્ટ ડાયનામોમીટર, ... ૧૨૩
બેકલેશ, સ્ક્રુ ગીઅરીંગમાં, ૨૧૧
બેકગીઅર, ફાસ્ટ હેડ સ્ટૉક સાથનું, ... ૨૫૮
બોટમ ક્લીઅરન્સ, તુથ્ડ ગીઅરીંગમાં,... ... ૧૩

મ

માઈટર વ્હીલ્સ, ...૪૩, ૪૪
મુવએબલ હેડસ્ટૉક ... ૨૬૬
મેન્ડ્રલ, ફાસ્ટ હેડ સ્ટૉકની ૨૬૫

ય

યાંત્રિક લાભ, રેક અને પીનીઅનમાં ૨૬
યાંત્રિક લાભ, તુથ્ડ ગીઅરીંગમાં, ... ૩૪
યાંત્રિક લાભ, સીંગલ પરચેઝ ક્રેબમાં, ... ૪૮
યાંત્રિક લાભ, ડબલ પરચેઝ ક્રેબમાં, ... ૫૫
યાંત્રિક લાભ, સ્નેચ બ્લોકમાં ... ૧૩૫,૧૩૬
યાંત્રિક લાભ, પુલીઓની પહેલી રચનામાં, ... ૧૩૮
યાંત્રિક લાભ, પુલીઓની બીજી રચનામાં, ... ૧૪૦
યાંત્રિક લાભ, પુલીઓની ત્રીજી રચનામાં, ... ૧૪૨
યાંત્રિક લાભ, વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં, ... ૧૫૯
યાંત્રિક લાભ, વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં, ૧૭૦
યાંત્રિક લાભ,સ્ક્રુ–પ્રેસમાં,... ૨૧૫
યાંત્રિક લાભ, સ્ક્રુ–જેકમાં, ૨૧૭
યાંત્રિક લાભ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની વિંચ અથવા ક્રેબમાં, ... ૨૩૨
યાંત્રિક લાભ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી–બ્લોક ટેકલમાં, ... ૨૩૭
યાંત્રિક લાભ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ શાથના સ્ક્રુ–જેકમાં, ૨૪૦

ર

રૂટ,... ... ... ૧૪
રૂટ સર્કલ, ... ૧૫
રેડીઅન, ... ૩
રેક અને પીનીઅન, ... ૨૪
રેક અને પીનીઅન વડે પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આમતેમ ચલાવવાની રીત, ૨૯૫
રોપ ગીઅરીંગ, ૬૭,૧૦૨
રોપ પુલી, ... ૧૦૩
રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર,... ૧૧૭

લ

લુસ પુલી, ... ૭૯
લુસ હેડસ્ટોક,... ... ૨૬૬
લેથ, સ્ક્રુ–કટીંગ, ... ૨૫૬
લેથમાં સ્લાઇડની ત્રેવર્સીંગ ગતિ, ... ૨૬૮
લેથમાં સ્લાઇડિની સરફેસીંગ ગતિ, ... ૨૬૮

વ

વ્હીલ, ... ૨૦
વ્હીલ્સ, તુથ્ડ, ... ૧૩

વ્હીલ્સ, સ્પર, ... ૧૩
વ્હીલ ટ્રેન, ... ૨૮
વ્હીલ ગીઅરીંગને લાગુ પાડવામાં આવતો કામનો નિયમ, ૩૨
વ્હીલ્સ, બેવલ, ... ૪૩
વ્હીલ્સ, માઈટર, ૪૩, ૪૪
વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલ, ... ૧૫૬
વર્મ અને વર્મ વ્હીલ, ... ૨૨૮
વર્મ, સીંગલ થ્રેડેડ, ... ૨૨૯
વર્મ, ડબલ થ્રેડેડ, ... ૨૨૯
વર્મ વ્હીલના દાંતાનો ખુણો, ૨૩૦
વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની વિંચ અથવા ક્રેબ, ... ૨૩૧
વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી–બ્લોક,... ... ૨૩૪
વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથનો સ્ક્રુ–જેક, ... ૨૩૮
વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર, ... ૨૪૧
વાયર રોપ પુલી, ... ૧૦૩
વિંચ, ... ૪૫
વ્હિટવર્થ "વી" થ્રેડ, ... ૨૦૧
વ્હિટવર્થ "વી" થ્રેડના આકારનાં પ્રમાણ, ... ૨૦૩
વ્હિટવર્થ "વી" આંટાના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટેના પીચ, ૨૦૫
વ્હિટવર્થના પાઈપ માટેના ગેસ આંટાના પીચ, ... ૨૦૬
વેલોસીટી, ... ૧
વેલોસીટી, લીનીઅર, ... ૧
વેલોસીટી, સર્કમફ્રેન્શીઅલ, ૧
વેલોસીટી, અગ્યુલર, ... ૨
વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન, ... ૩૦
વેસ્તન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી–બ્લોક,... ... ૧૬૬
વેજ, ... ૧૮૨

સ

સ્લીપીંગ, ફ્રીકશન ગીઅરીંગમાં, ... ૮
સ્લીપ, પટાનો, ... ૭૨
સ્પર વ્હીલ્સ, ... ૧૩
સર્કયુલર પીચ, ... ૧૪
સ્પીડ કોન, ... ૮૪
સ્પીડ કોનના વ્યાસો, ... ૮૬
સ્ટ્રેપ બ્રેક, ... ૧૧૪
સ્નેચ બ્લોક, ... ૧૩૬
સ્ક્રુ,... ... ... ૧૯૮
સ્ક્રુના આંટાનો હેલીકસ અથવા સ્પાયરલ, ... ૧૯૮
સ્ક્રુ, અનાજ અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને લઇ જવા માટેનો, ... ૧૯૯
સ્ક્રુના આંટાના પીચ, ૨૦૦, ૨૦૫

સ્ક્રુના આંટાઓની ખુબીઓ, ૨૦૧
સ્ક્રુના આંટાઓ વડે પરિપૂર્ણ કરવાની શરતો, ... ૨૦૧
સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો, ... ૨૦૧
સ્ક્રુનો વ્હિટવર્થ "વી" આંટો, ૨૦૧
સ્ક્રુના વ્હિટવર્થ "વી" આંટાના આકારનાં પ્રમાણ, ૨૦૩
સ્ક્રુ માટેના પીચ, વ્હિટવર્થ "વી" આંટાના, ... ૨૦૫
સ્ક્રુનો સ્કવેર એટલે ચોરસ આંટો, ... ૨૦૬
સ્ક્રુનો ગોળાકાર આંટો, ... ૨૦૭
સ્ક્રુનો બટ્રેસ આંટો, ... ૨૦૮
સ્ક્રુનો સેલર્સનો આંટો, ... ૨૦૯
સ્ક્રુ, રાઇટ હેન્ડ, ... ૨૦૯
સ્ક્રુ, લેફ્ટ હેન્ડ, ... ૨૦૯
સ્ક્રુ, સીંગલ થ્રેડેડ, ... ૨૧૦
સ્ક્રુ, ડબલ થ્રેડેડ, ... ૨૧૦
સ્ક્રુ, ટ્રેબલ થ્રેડેડ, ... ૨૧૧
સ્ક્રુ ગીઅરીંગમાં એકસેલેશ,... ૨૧૧
સ્ક્રુ, લીવર અથવા વ્હીલ્સ સાથે સંયુક્ત થયલા, ... ૨૧૨
સ્ક્રુના ઉપયોગ, યંત્રોમાં જુદાંજુદાં કાર્યો માટે, ... ૨૧૩
સ્ક્રુ-પ્રેસ, ... ૨૧૪
સ્ક્રુ-જેક, ... ૨૧૬
સ્ક્રુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતિનાં સંચારણ, ... ૨૧૮
સ્ક્રુનો ઉપયોગ, મશીન ટુલ્સની સ્લાઇડિ ચલાવવા માટે, ... ૨૨૦
સ્ક્રુ-કપ્લીંગ, રેલવેના ડબ્બાઓ જોડવા માટે, ... ૨૨૩
સ્ક્રુ-બેંચ વાઇસ, ... ૨૨૫
સ્ક્રુ, એન્ડલેસ,... ... ૨૨૮
સ્ક્રુ-કટીંગ લેથ ... ૨૫૬
સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઇતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ ૨૭૪, ૨૮૩
સ્ક્રુના એકી સંખ્યાના આંટા કાપવાની રીત, ... ૨૮૭
સ્ક્રુના એકી સંખ્યાના આંટા કાપવા માટે લેથ ઉપર નિશાન કરવાની રીત, ... ૨૮૮
સ્ક્રુના આંટા કાપવાની રીત, એકથી વધુ આંટા વાળા, ૨૮૮
સ્ક્રુ અને નટ વડે પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આમ તેમ ચલાવવાની રીત, ... ૨૯૧
સ્ટેપ્લ વાઇસ,... ... ૨૨૫
સ્પીડ કોન, ફાસ્ટ હેડ સ્ટોક ઉપરનો, ... ૨૫૮, ૨૬૨
સ્લાઇડ રેસ્ટ, કમ્પાઉન્ડ, ૨૬૮
સ્લાઇડિ, ટ્રેવર્સીંગ, ... ૨૬૮

સ્લાઇડ, સરકેસીંગ, ... ૨૫૮
સ્લાઇડની ત્રેવર્સીંગ ગતિ, પોતાની મેળેની, ૨૬૯ ૨૭૧
સ્લાઇડની સરકેસીંગ ગતિ, પોતાની મેળેની, ... ૨૭૨
સાઇડ કલીઅરન્સ, તુટ્ડ ગીઅરીંગમાં, ... ૧૩
સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામોમીટર, ૧૨૭
સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ, ૧૭૫

હ

હોર્સપાવર, ... ૧૧૬
હોર્સપાવર, નોમીનલ, ... ૧૧૬
હોર્સપાવર, ઈન્ડીકેટેડ, ... ૧૧૬
હોર્સપાવર, બ્રેક, ૧૧૬, ૧૧૯, ૧૨૨, ૧૨૩, ૧૨૪, ૧૨૬, ૧૨૭
હેલીકસ, સ્ક્રુના આંટાનો ... ૧૯૮